УДК 677.051

О ПРОЦЕССЕ ВЫРАВНИВАНИЯ ПРОДУКТА В ЗОНЕ ЛЕНТОФОРМИРОВАНИЯ ЧЕСАЛЬНО-ЛЕНТОЧНОЙ МАШИНЫ

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

(Ивановская государственная текстильная академия)

В [1] получено выражение передаточной функции двухсъемной чесально-ленточной машины, характеризующее выравнивающую способность зоны лентоформирования. Однако критерием выравнивающей способности чесально-ленточной машины может также являться и ее амплитудно-волновая характеристика [2].

Заменим комплексный параметр S в формуле [1(3)] на $j\omega$, где j – мнимая единица, а ω – частота колебания волокнистого потока по линейной плотности.

Тогда выражение для амплитудно-фазочастотной характеристики чесально-ленточной машины:

$$W_k(j\omega)=\frac{1}{h}\sum_{k=1}^{n} e^{-\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}}{\nu_{пр}}j\omega}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{\nu_{пр}}j\omega}dx.$$

Показательная функция $e^{\frac{\sqrt{(x_k-x)^2+y_k^2}}{\nu_{пр}}j\omega}$ не зависит от переменной интегрирования x, поэтому ее можно внести под знак интеграла в правой части выражения $W(j\omega)$.

После умножения показательных функций под знаком интеграла и сложения их показателей получим

$$W(j\omega)=\frac{1}{h}\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h} e^{-j\omega g_k(x)}dx,$$

где

$$g_k(x)=\frac{\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}+\sqrt{(x_k-x)^2+(y_k)^2}}{\nu_{пр}}. \qquad (1)$$

Воспользуемся теперь формулой Эйлера:

$e^{j\varphi}=\cos\varphi+j\sin\varphi.$

Тогда выражение для АФЧХ примет вид

$$W(j\omega)=\frac{1}{h}\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}[\cos\omega g_k(x)-j\sin\omega g_k(x)]dx.$$

Теперь воспользуемся линейными свойствами интеграла:

$$W(j\omega)=\frac{1}{h}\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}[\cos\omega g_k(x)]dx-\frac{j}{h}\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}[\sin\omega g_k(x)]dx.$$

Амплитудно-частотная характеристика $A(\omega)$ находится как модуль АФЧХ.

Следовательно, из выражения (1):

$$W(j\omega)=\frac{1}{h}\left[\left(\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}[\cos\omega g_k(x)]dx\right)^2+\left(\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}[\sin\omega g_k(x)]dx\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}.$$

Перейдем в последнем выражении от частоты ω к длине волны λ колебания волокнистого потока и получим выражение для амплитудно-волновой характеристики чесально-ленточной машины, которое будет зависеть от основного аргумента λ, координат основной воронки (x_0, y_0) и координат предварительных воронок (x_1, y_1), (x_2, y_2),...,(x_n, y_n):

$$A(\lambda,x_0,x_1,...,x_n,y_0,y_1,...,y_n)=$$

$$=\frac{1}{h}\left[\left(\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}\left[\cos\frac{2\pi v_{пр}}{\lambda}g_k(x)\right]dx\right)^2+\left(\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}\left[\sin\frac{2\pi v_{пр}}{\lambda}g_k(x)\right]dx\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}. \quad (2)$$

Учитывая выражение для $g_k(x)$ в (1), имеем окончательный вид амплитудно-волновой характеристики чесально-ленточной машины:

$$A(\lambda,x_0,x_1,...,x_n,y_0,y_1,...,y_n)=\frac{1}{h}\left[\left(\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}\cos f_k(x)dx\right)^2+\left(\sum_{k=1}^{n}\int\limits_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}\sin f_k(x)dx\right)^2\right]^{\frac{1}{2}},$$

где

$$f_k(x)=\frac{2\pi}{\lambda}\left(\sqrt{(x_0-x_k)^2+(y_0-y_k)^2}+\sqrt{(x_k-x)^2+y_k^{\,2}}\right).$$

Для нахождения амплитудно-волновой характеристики двухсъемной чесально-ленточной машины проведем такие же преобразования, то есть в выражение передаточной функции W(S), полученной в [1(6)], заменим комплексный параметр S на $\frac{2\pi v_{пр}}{\lambda}j$, где λ – длина волны колебаний линейной плотности прочеса, а j –

мнимая единица. Затем найдем модуль функции амплитудно-фазочастотной характеристики. Таким образом, амплитудно-волновая характеристика $A(\lambda, x_0, x_1, ..., x_n, y_0, y_1, ..., y_n)$ двухсъемной чесально-ленточной машины примет вид

$$A(\lambda, x_0, x_1, ..., x_n, y_0, y_1, ..., y_n) =$$

$$= \frac{1}{h}\left[\left(\sum_{k=1}^{n}\int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}(\cos f_k(x) + \sin g_k(x))dx\right)^2 + \left(\sum_{k=1}^{n}\int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}(\sin f_k(x) + \sin g_k(x))dx\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

где

$$f_k(x) = \frac{2\pi}{\lambda}\left(\sqrt{(x_0^1 - x_k^1)^2 + (y_0^1 - y_k^1)^2} + \right.$$
$$\left. + \sqrt{(x_k^1 - x)^2 + (y_k^1)^2}\right), \quad (4)$$

$$g_k(x) = \frac{2\pi}{\lambda}\left(\sqrt{(x_0^2 - x_k^2)^2 + (y_k^2 - y_k^2)^2} + \right.$$
$$\left. + \sqrt{(x_k^2 - x)^2 + (y_k^2)^2}\right).$$

Сравнивая формулу (3), выражающую амплитудно-волновую характеристику для двухсъемной чесально-ленточной машины с (2), которая выражает амплитудно-волновую характеристику для односъемной чесально-ленточной машины, заметим, что они отличаются друг от друга на одно слагаемое. Поэтому формулу (3) можно обобщить таким образом, чтобы она была применима как для односъемной, так и для двухсъемной чесально-ленточной машины. Для этого введем в (3) параметр α, который может принимать лишь значения 0 или 1.

Таким образом, выражение для амплитудно-волновой характеристики запишется так:

$$A(\lambda, x_0, x_1, ..., x_n, y_0, y_1, ... y_n) =$$

$$= \frac{1}{h}\left[\left(\sum_{k=1}^{n}\int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}(\cos f_k(x) + \alpha\sin g_k(x))dx\right)^2 + \left(\sum_{k=1}^{n}\int_{\frac{2k-n-2}{2n}h}^{\frac{2k-n}{2n}h}(\sin f_k(x) + \alpha\sin g_k(x))dx\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}. \quad (5)$$

где $f_k(x)$ и $g_k(x)$ определяются, как и ранее, по формулам (4).

При этом при α=0 мы получаем выражение амплитудно-волновой характеристики для односъемной чесально-ленточной машины, а при α = 1 – для двухсъемной чесально-ленточной машины.

ВЫВОДЫ

1. Процесс выравнивания зоны лентоформирования двухсъемной чесально-ленточной машины представлен как линейная динамическая система.

2. Найдено выражение амплитудно-волновой характеристики (5) динамической системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зарубин В.М., Таушева И.В., Белоголовцев С.Д.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 5.

2. *Борзунов И.Г. и др.* Прядение хлопка и химических волокон: Учебник для втузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 25.05.01.