

УДК 677.051

**АНАЛИЗ РАБОТЫ ШЛЯПОЧНОЙ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ
С ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫМ УЗЛОМ ЧЕСАНИЯ**

В.В.БОНОКИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Узлы чесания машин шляпочного типа имеют ряд существенных недостатков технологического и конструктивного плана. Например, они не удаляют из волокнистого продукта очень мелкие сорные примеси (пыль), поэтому на пневмомеханических прядильных машинах возникает значительная обрывность по причине забивания пневмокамер пылью.

Для обеспыливания волокнистого слоя и удаления из него других примесей, а также для повышения интенсивности разработки групп (комплексов) волокон в главном барабане нами предлагается узел чесания, разработанный на базе патента [1].

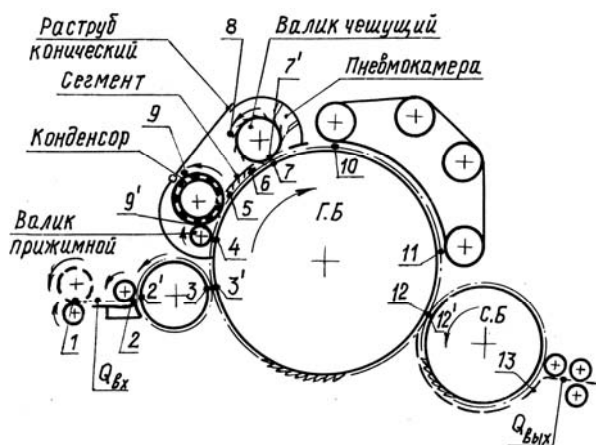


Рис. 1

Узел чесания (рис.1) установлен над главным барабаном машины ЧМ-50-04 перед шляпочным полотном и содержит: чешущий валик, пневмокамеру удаления угаров, сороотбойные ножи, конический раструб, зубчатый сегмент, перфорированный барабан, прижимной валик. При этом

рабочие органы установлены друг относительно друга на соответствующие разводки.

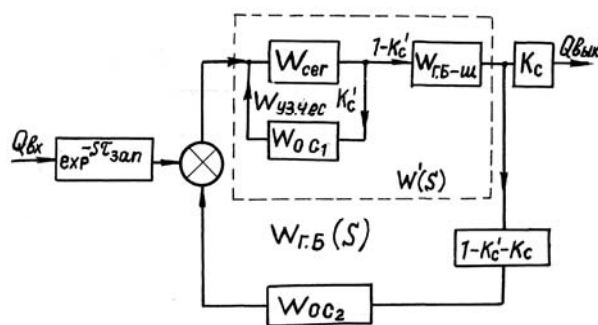


Рис. 2

Процесс волокнообмена в рассматриваемом главном барабане представляет две системы [2], [3], включенные последовательно (рис.2). Одна система характеризует волокнообмен в новом узле чесания, имеет положительную обратную связь. Передаточная функция для первой системы определяется по формуле:

$$W_{уз.чес}(S) = \frac{W_{сер}(S)}{1 - W_{OC1}(S)W_{сер}(S)}, \quad (1)$$

где $W_{сер}(S) = W_{5-6}(S) = 1/1 - ST_{ш1}$ – передаточная функция зоны главный барабан – сегмент; S –оператор Лапласа; $T_{ш1} = \frac{q_{ш1} h_{ш1}}{q_{ГБ} v_{ГБ}}$ – постоянная времени зоны чесания неподвижный пильчатый сегмент – главный барабан, s ; $q_{ш1}$ – средняя нагрузка гарнитуры неподвижного пильчатого сегмента, $кг/м^2$; $q_{ГБ}$ – средняя нагрузка гарнитуры

главного барабана в зоне главный – барабан – неподвижный пильчатый сегмент, кг/м^2 ; $h_{ш_1}$ – активная зона чесания неподвижного пильчатого сегмента, м; $v_{Г.Б}$ – линейная скорость главного барабана, м/с; $W_{OC_1}(S) = W_{7'-9'}(S) = \exp^{-S\tau_{7'-9'}} K'_C$ – передаточная функция цепи обратной связи нового узла чесания; $\tau_{7'-9'}$ – время транспортировки волокон в цепи обратной связи узла чесания, с; $K'_C = W_{7-7'}(S) = q_b / q_{Г.Б}$ – коэффициент съема волокон на участке 7–7'; q_b – средняя загрузка чешущего валика, кг/м^2 .

Вторая система характеризует волоконнообмен в зоне барабан–шляпки и передаточная функция для второй системы определяется по формуле:

$$W_{10-11}(S) = W_{Г.Б-ш}(S) = (1 - K'_C) / (1 - ST_{ш_2}), \quad (2)$$

где $T_{ш_2} = \frac{\pi d_\delta + kbN}{k_c v_c E_{\delta-c}}$ – постоянная времени барабан–шляпки [4], с; d_δ – диаметр главного барабана, м; b – ширина игольчатого полотна одной шляпки, м; N – число шляпок в рабочей зоне; $K = \frac{a_{ш}}{a_\delta}$ – захватывающая способность шляпок; $a_{ш} = \frac{G_{ш}}{vN\ell}$ – загрузка шляпок, кг/м^2 ; $G_{ш}$ – вес волокна на поверхности шляпок, кг; $a_\delta = \frac{G_\delta}{\pi d_\delta \ell}$ – загрузка главного барабана в зоне барабан–шляпки, кг/м^2 ; ℓ – ширина машины, м; G_δ – вес волокна на поверхности главного барабана, кг; $K_c = \frac{a'_\delta}{a_\delta}$ – коэффициент съема; $E_{\delta-c}$ – вытяжка между главным и съемным барабанами; a'_δ – загрузка, отделяемая с одного квадратного метра поверхности главного барабана на съемный, кг/м^2 .

Поскольку новый узел чесания и зона барабан–шляпки образуют последовательную цепь, то передаточная функция для

этих двух систем определяется по формуле:

$$W'(S) = W_{узн.чес}(S) W_{Г.Б-шл}(S), \quad (3)$$

где $W_{узн.чес}(S)$ – передаточная функция нового узла чесания, определенная по формуле (1); $W_{Г.Б-шл}(S)$ – передаточная функция зоны главный барабан–шляпки, определенная по формуле (2).

Передаточная функция для всего главного барабана с новым узлом чесания и с учетом обратной связи W_{OC_2} будет иметь вид:

$$W_{Г.Б}(S) = \frac{W'(S)}{1 - W_{OC_2} W'(S)}, \quad (4)$$

где $W'(S)$ – передаточная функция нового узла чесания и зоны барабан–шляпки, определенная по формуле (3); $W_{OC_2} = W_{12-3'}(S) = \exp^{-S\tau_{12-3'}} (1 - K_C)$ – передаточная функция цепи обратной связи главного барабана; $\tau_{12-3'}$ – время транспортировки волокон в цепи обратной связи главного барабана, с.

Подставив в формулу (1) значения функций и упростив выражение, получим:

$$W_{узн.чес}(S) = \frac{1}{1 - ST_1}, \quad (5)$$

где $T_1 = T_{ш_1} + e^{-S\tau_{7'-9'}} K'_C$.

Подставив в формулу (3) значения функций и упростив выражение, получим:

$$W'(S) = \frac{1}{1 - ST_1} \frac{1 - K'_C}{1 - ST_{ш_2}} = \frac{1 - K'_C}{1 - ST_2}, \quad (6)$$

где $T_2 = T_{ш_2} + T_1 - T_1 T_{ш_2}$.

Подставляя в формулу (4) значения функций и упростив выражение, получим:

$$W_{Г.Б}(S) = \frac{1 - K'_C}{1 - ST_3}, \quad (7)$$

где $T_3 = T_2 + e^{-S\tau_{12-3}} (1 - K'_C - K_C)$.

Передаточная функция всей чесальной машины будет иметь вид:

$$W(S) = \frac{e^{-S\tau_{зап}}}{E_{общ}(1 + ST_3)}, \quad (8)$$

где $E_{общ} = v_{п} / v_{н}$ – общая вытяжка в чесальной машине; $v_{п}, v_{н}$ – линейные скорости прочеса, настила, м/с; $\tau_{зап} = \sum \tau_i$ – суммарное время транспортировки волокон рабочими органами машины, с.

Амплитудная частотная характеристика [2] для данной передаточной функции имеет вид:

$$A(\omega) = \frac{A(\omega)_{вых}}{A(\omega)_{вх}} = \frac{1}{E_{общ} \sqrt{1 + \omega^2 T_3^2}}, \quad (9)$$

где $A(\omega)_{вых}$ и $A(\omega)_{вх}$ – амплитуды волн на выходе и входе; $\omega = \frac{2\pi}{\lambda}$ – периодическая частота колебаний линейной плотности входящего продукта, c^{-1} ; λ – длина волны, м.

Коэффициент выравнивания машины равен:

$$\varepsilon_{выр} = \frac{C_{вх}}{C_{вых}} = \sqrt{1 + T_3}, \quad (10)$$

где $C_{вх}$ – коэффициент вариации входящего продукта, %; $C_{вых}$ – коэффициент вариации выходящего продукта, %.

В связи с тем, что T_3 больше $T_{ш2}$ (формулы 5...7), удерживающая и вырав-

$$D_{вых} = \int_{-\infty}^{\infty} S_{вых}(\omega) d\omega = \frac{D_{вх}}{E^2 \left(1 + \frac{\alpha}{k}\right)} = \frac{D_{вх}}{E^2 (1 + \alpha T_3^2)}, \quad (15)$$

где $\frac{1}{k} = T_3$, k – коэффициент пропорциональности.

нивающая способности нового узла чесания выше удерживающей и выравнивающей способностей существующих конструкций главных барабанов.

Для линейных динамических систем зависимость между спектральными плотностями выхода (ленты) и входа (настила):

$$S_{вых}(\omega) = S_{вх}(\omega) |W(j\omega)|^2, \quad (11)$$

где $W(j\omega)$ – амплитудно-частотная характеристика – фазовая.

Зная передаточную функцию (8), определим квадрат модуля частотной характеристики:

$$|W(j\omega)|^2 = \frac{1}{E^2 (1 + \omega^2 T_3^2)}. \quad (12)$$

Предположим, что настил имеет случайную неровноту и спектральная плотность

$$S_{вх}(\omega) = \frac{2\alpha D_{вх}}{\pi(\alpha^2 + \omega^2)}, \quad (13)$$

где α – длительность возмущающего импульса, c^{-1} ; $D_{вх}$ – дисперсия толщины входящего продукта.

Тогда пользуясь уравнением (11), определим спектральную плотность выходящей ленты:

$$S_{вых}(\omega) = \frac{2\alpha D_{вх}}{\pi E^2 (\alpha^2 + \omega^2) (1 + \omega^2 T_3^2)}. \quad (14)$$

Дисперсия ленты

Таким образом, с помощью известных методов исследования доказано, что выравнивающая способность нового узла че-

сания значительно выше применяемых в настоящее время конструкций данного узла. Узел чесания, предлагаемый нами, позволяет уменьшить количество мелких сорных примесей (пыли) в чесальной ленте а, следовательно, уменьшить и обрывность на пневмомеханических прядильных машинах, то есть – улучшить качество пряжи.

ВЫВОДЫ

Представленные расчетные формулы показывают, что удерживающая и выравнивающая способности нового главного барабана выше удерживающей и выравни-

вающей способностей применяемых в настоящее время конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ № 2166014. Узел чесания / Бонокин В.В., Смирнова И.В. – Оpubл. 2001. Бюл. №12.
2. Севостьянов А.Г. Оценка выравнивающей способности шляпочной чесальной машины. – Текстильная промышленность. – 1968, №3. С.28...34.
3. Бесекерский В.П., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1966. С.48...55.
4. Фейгенберг А.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – № 6, 1973. С. 44...47.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 16.12.05.
