

## К ВОПРОСУ НАРУШЕНИЯ СТАБИЛЬНОЙ РАБОТЫ ДВУХБАРАБАННОЙ ЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЫ ЧМД-4 И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕСЕЧКИ В ЛЕНТЕ

А.В. ПЕРОВ, А.Г. ИВАНОВ, В.М. ЗАРУБИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Быстрое изменение скорости съемного барабана влечет за собой местное изменение толщины выпускаемого прочеса и ленты, причем переход с заправочной скорости на рабочую вызывает утонение прочеса, а останов – его утолщение. Колебание в толщине прочеса, то есть отклонение его толщины от заданной вытяжными шестернями, соответствует времени и величине изменения скоростного режима.

Рассмотрим процесс перехода машины ЧМД-4 с заправочной скорости на рабочую. С момента включения рабочей скорости синхронно со съемным барабаном на нее переходят и органы питания, связанные с ним жесткой передачей. Но так как для транспортировки увеличивающейся массы питания к съемному барабану необходимо некоторое время, то к моменту ее подхода к месту перехода на съемный барабан последний успевает уже сделать часть оборота, причем со все увеличивающейся скоростью.

Поскольку в этот промежуток времени загрузка главного барабана не была еще увеличена соответственно увеличивающейся скорости съемного, то на съемном барабане происходит утонение прочеса. Таким образом, запаздывание в питании влечет за собой появление пересечки в прочесе [1...3].

В [1 и 3] рассмотрен вопрос нарушения стабильности технологического процесса в переходном режиме работы однобарабанной машины ЧММ-450-4. В связи с тем, что в отечественном промышленном производстве до настоящего времени широко используются двухбарабанные чесальные машины типа ЧМД, воспользуемся методикой из [1, 3] и рассмотрим дан-

ный вопрос в приложении к технологической схеме машины ЧМД-4, приведенной на рис. 1.

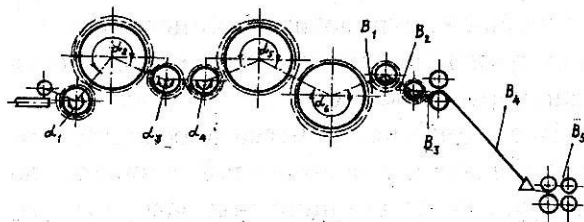


Рис. 1

Определим время запаздывания, представив, что передача и транспортировка волокнистой массы осуществляются в идеальных условиях, то есть – на пути этой волокнистой массы не встречается чешущих органов (рабочий валик приемного барабана, шляпки), задерживающих продвижение волокнистой массы и перераспределяющих ее внутри машины.

Путь, который необходимо пройти волокнистой массе от места отделения ее приемным барабаном из бородки холста до места перехода на съемный барабан, будет складываться из суммы длин дуг рабочих органов, транспортирующих прочес, а время прохождения этого пути из суммы отношений этих дуг к скоростям соответствующих рабочих органов.

Применяя известные формулы

$$L = R\alpha, \quad t = L/V, \quad V = \omega R \text{ и } \omega = 2\pi n,$$

получим

$$t_{\text{зап}} = 30R_1\alpha_1 / \pi R_1 n_1 + 30R_2\alpha_2 / \pi R_2 n_2 + 30R_3\alpha_3 / \pi R_3 n_3 + \\ + 30R_4\alpha_4 / \pi R_4 n_4 + 30R_5\alpha_5 / \pi R_5 n_5 = \\ = 9,554(\alpha_1 / n_1 + \alpha_2 / n_2 + \alpha_3 / n_3 + \alpha_4 / n_4 + \alpha_5 / n_5)$$

или

$$t_{\text{зап}} = 9,554 \sum_{i=1}^m \alpha_i / n_i, \quad (1)$$

где  $t_{\text{зап}}$  – время запаздывания измененной массы питания, с;  $m$  – число рабочих органов (барабанов), осуществляющих транспортировку волокнистой массы от питающего устройства до съемного барабана по кратчайшей технологической цепочке;  $\alpha$  – угол транспортировки, рад;  $n$  – скорость транспортировки,  $\text{мин}^{-1}$ .

Исследование процесса перехода съемного барабана с заправочной скорости на рабочую (и на останов) показало, что его характер близок к равноускоренному (равнозамедленному) движению.

$$L_{\text{зап}0} = V_3 t_{\text{зап}} + at^2_{\text{зап}} / 2 = 2\pi R_{\text{сб}} n_3 t_{\text{зап}} + \\ + (2\pi R_{\text{сб}} n_p - 2\pi R_{\text{сб}} n_3) t^2_{\text{зап}} / 2t = \pi R_{\text{сб}} [2n_3 t_{\text{зап}} + (n_p - n_3) t^2_{\text{зап}} / t] / 60, \text{мм}, \quad (2)$$

где  $R_{\text{сб}}$  – радиус съемного барабана, мм;  $n_3$  – заправочная скорость съемного барабана,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $n_p$  – рабочая скорость съемного барабана,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $t$  – время перехода с заправочной скорости на рабочую, с.

Через время  $t_{\text{зап}}$  увеличенная масса питания достигнет съемного барабана, но она не восстановит заданной толщины прочеса, так как за это время съемный барабан еще увеличил свою скорость и ему в данный момент нужна большая масса питания. Прочес будет продолжать утоняться, но меньшими и все убывающими темпами. Так будет продолжаться до тех пор, пока съемный барабан не разгонится до заданной рабочей скорости.

За время разгона съемного барабана на его поверхности будет сформирован прочес длиной

$$L_{\text{разг}} = (V_p + V_3)t / 2,$$

Воспользовавшись формулами равноускоренного движения, определим величину пересечки на съемном барабане, которая образуется за время запаздывания питания:

$$L_{\text{зап}0} = V_3 t_{\text{зап}} + at^2_{\text{зап}} / 2.$$

Ускорение найдем из выражения

$$a = (V_p - V_3)t.$$

Подставив значение ускорения в выражение, определяющее величину пересечки, и произведя некоторые преобразования, получим

который затем в месте взаимодействия съемного барабана со съемным валиком валичного механизма и в самом съемном механизме увеличится на величину вытяжек  $V_1$ ,  $V_2$  и  $V_3$ , где  $V_1$ ,  $V_2$  и  $V_3$  – частные вытяжки соответственно между: съемным барабаном и съемным валиком; съемным и съемно-поддерживающим валиками; съемно-поддерживающим и давальным валиками.

Приняв, что вытяжка  $V_4$  между съемным механизмом и вытяжным прибором машины отразится на прочесе сразу же по выходе последнего из зажима гладких валиков, имеем

$$L' = (V_p + V_3)tV_1V_2V_3V_4 / 2.$$

Прочес, выйдя из выпускной пары съемного механизма, проходит путь до вытяжного прибора машины, на протяжении которого он сужается к середине, прини-

мая форму треугольника с вершиной у воронки, уплотняется и, проходя через воронку, переформируется в ленту.

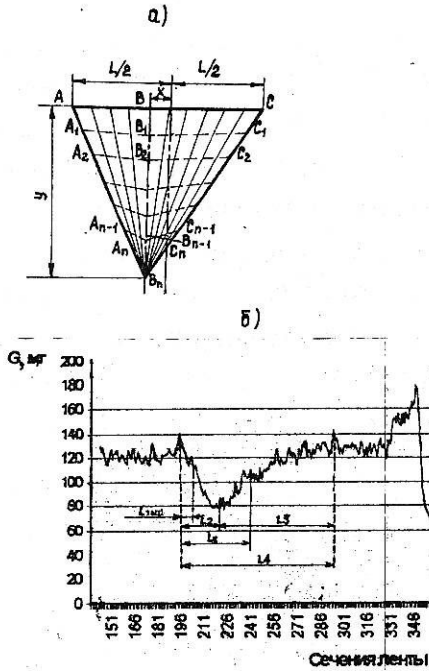


Рис. 2

При этом волокна в прочесе при продвижении к вытяжному прибору сдвигаются относительно друг друга и прямая линия прочеса, вышедшая из съемного механизма, по мере приближения к воронке принимает вид кривой (рис. 2-а), у которой вход в воронку будет осуществлен серединой, а края сместятся соответственно на разность расстояния от линии выпуска съемным механизмом до точки входа прочеса в воронку по кратчайшему пути следования волокна.

Смещение участков прочеса при формировании ленты перераспределяет полу-

$$L'' = (V_p + V_3)tB_1B_2B_3B_4 / 2 + \sqrt{(L/2 + x)^2 + y^2} - y.$$

С учетом вытяжки вытяжного прибора машины общая длина пересечки в ленте:

$$L''' = [(V_p + V_3)tB_1B_2B_3B_4 / 2 + \sqrt{(L/2 + x)^2 + y^2} - y]B_5.$$

Учитывая, что параметры L, x и y являются особенностями конструкции ма-

шинную пересечку по длине ленты.

Таким образом, прочес, вышедший из съемного механизма по линии ABC, будет продвигаться к уплотняющей воронке, занимая поочередно положения  $A_1B_1C_1$ ,  $A_2B_2C_2$ , ...,  $A_nB_nC_n$ . При этом, когда точка B достигнет воронки, то есть точки  $B_n$ , то точки A и C займут положения  $A_n$  и  $C_n$  и будут удалены от воронки соответственно на

$$A_nB_n = AB_n - y \quad \text{и} \quad C_nB_n = CB_n - y,$$

где  $AB_n = \sqrt{(L/2 - x)^2 + y^2}$  и  $CB_n = \sqrt{(L/2 + x)^2 + y^2}$ .

В общем случае при расположении уплотняющей воронки по центру прочеса, то есть при  $x=0$ , будем иметь

$$AB_n = CB_n \sqrt{(L/2)^2 + y^2}.$$

Смещение же воронки удлиняет одну из сторон треугольника и распределяет пересечку на большей длине ленты.

На отечественных серийных машинах уплотняющая воронка установлена с небольшим смещением. Поскольку в нашем случае  $AB_n < CB_n$ , то  $CB_n$  и даст наибольшее распределение пересечки в ленте. Следовательно, прочес длиной L, полученный в процессе разгона съемного барабана, распределится при формировании ленты на длине

шины и их величины не изменяются, окончательно получим

$$L_2 = [(2\pi R_{сб} n_p + 2\pi R_{сб} n_3) t B_1 B_2 B_3 B_4 / 2 + C] B_5 = \\ = [\pi R_{сб} (n_p + n_3) t B_1 B_2 B_3 B_4 / 60 + C] B_5, \text{ мм}, \quad (3)$$

где

$$C = \sqrt{(L/2 + x)^2 + y^2} - y.$$

Формула (3) дает длину распределения в ленте пересечки, полученной в прочесе за время перехода съёмного барабана с заправочной скорости на рабочую. Как показали исследования, утонение в чесальной ленте в конце этого участка дос-

тигает максимальной величины и составляет до 50% заданной толщины ленты.

Если в (3) вместо пересечки  $L_{разг}$ , полученной на съёмном барабане за время  $t$  его разбега, подставить пересечку  $L_{зап0}$ , полученную за время запаздывания питания  $t_{зап}$ , то будем иметь длину распределения этой пересечки в ленте:

$$L_{зап1} = \{\pi R_{сб} B_1 B_2 B_3 B_4 [2n_3 t_{зап} + (n_p - n_3) t_{зап}^2 / t] / 60 + C\} B_5. \quad (4)$$

В момент достижения съёмным барабаном значения заданной рабочей скорости процесс утонения прочеса на нем прекратится и за счет подхода все увеличивающихся масс питания начнется постепенное его утолщение. Этот процесс будет продолжаться в течение времени  $t_{зап}$ , по истечении которого масса питания, выпущенная питающим органом в момент достижения съёмным барабаном рабочей скорости и соответствующая ей, достигнет поверхности съёмного барабана. Вследствие того, что в это время съёмный барабан будет работать в постоянном скоростном режиме, величина пересечки, образованной на нем за время  $t_{зап}$ :

$$L_{зап2} = V_p t_{зап}. \quad (5)$$

С учетом вытяжек

$$L_{зап3} = 2\pi R_{сб} n_p t_{зап} B_1 B_2 B_3 B_4 B_5 / 60. \quad (6)$$

Суммарная длина ленты с распределенной пересечкой, полученной за время перехода съёмного барабана с заправочной на рабочую скорость и время запаздывания питания, будет  $L_s = L_2 + L_{зап3}$ .

Производя подстановку и выполнив необходимые преобразования, будем иметь

$$L_s = [\pi R_{сб} (n_p + n_3) t B_1 B_2 B_3 B_4 / 60 + C + 2\pi R_{сб} n_p t_{зап} B_1 B_2 B_3 B_4 / 60] B_5 = \\ = \{\pi R_{сб} [n_p (t + 2t_{зап}) + n_3 t] B_1 B_2 B_3 B_4 / 60 + C\} B_5. \quad (7)$$

Формула (7) дает величину распределения пересечки в прочесе по длине чесальной ленты при протекании процесса питания съёмного барабана при его переходе с заправочной на рабочую скорость в идеальных условиях, то есть без задержки волокнистой массы внутри машины. Однако машина работает не в идеальных условиях и первая же увеличенная масса питания, перераспределяясь внутри машины, не доходит полностью до съёмного барабана по истечении времени запаздывания; съёмный барабан, работая это время с воз-

растающей недогрузкой, нарушает постоянство остаточного слоя на главном барабане. Это приводит к тому, что нарушенная переходным процессом стабильность перемещения волокнистой массы внутри машины начинает восстанавливаться лишь по окончании времени  $t + t_{зап}$ .

Анализ формул (3), (7) и графиков, выражающих зависимость распределения толщины ленты по сечениям при переходном процессе, показал, что восстановление толщины чесальной ленты до заданной,

соответствующее стабилизации внутренних процессов в машине, происходит на ее длине

$$L_{ст} = L_4 - L_s = KL_s,$$

откуда

$$L_4 = KL_s + L_s \text{ и } K = (L_4 / L_s) - 1, \quad (8)$$

где  $L_4$  – длина распределенной в ленте пересечки, полученной за весь переходный период;  $K$  – коэффициент, характеризующий соотношение распределенной в ленте пересечки, полученной в различные периоды переходного процесса.

С другой стороны, в процессе стабилизации главный барабан образует на съем-

$$L_3 = \pi R_{сб} n_p (t_{ст} + t_{зап}) V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 / 30. \quad (10)$$

Общая длина всего переходного процесса будет

$$L_4 = \{(\pi R_{сб} [(n_p + n_3)t + 2n_p (t_{ст} + t_{зап})] V_1 V_2 V_3 V_4 / 60) + C\} V_5. \quad (11)$$

На рис. 2-б показана зависимость распределения толщины ленты, полученной в различные периоды переходного процесса.

## ВЫВОДЫ

Установлен характер переходного процесса и получены математические выражения для участков ленты, соответствующих уменьшению и увеличению ее толщины, а также всему переходному процессу.

ном уменьшающуюся пересечку, равную

$$L_{ст} = V_p t_{ст},$$

которая с учетом вытяжек распределится на длине чесальной ленты:

$$L_{ст} = 2\pi R_{сб} n_p t_{ст} V_1 V_2 V_3 V_4 V_5 / 60, \quad (9)$$

где  $t_{ст}$  – время стабилизации, с.

Отсюда общая длина постепенного увеличения толщины ленты:

$$L_3 = L_{зап3} + L_{ст},$$

$$L_4 = L_2 + L_3,$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зарубин В.М. Изыскание и исследование конструкции механизма для съема прочеса на высокопроизводительных чесальных машинах: Дис... канд. техн. наук. – Иваново, 1971.

2. А.с. 996539, МКУ D01G. Способ формирования прочеса на чесальной машине в переходном режиме работы / В.М. Зарубин. – Опубл. 1988. Бюл. № 42.

3. Перов А.В. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 4-5. С. 60...62.

Рекомендована кафедрой механической технологии текстильных материалов. Поступила 18.11.02.