

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ЗОНЕ ДИСКРЕТИЗАЦИИ НА ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СОРНЫХ ЧАСТИЦ

А.Р. БАРИЕВА, А. М. ОСИПОВ, Г.А. ХОСРОВЯН, Я.М. КРАСИК

(Ивановская государственная текстильная академия)

Повышение степени очистки и обеспыливания волокон в процессе пневмопрядения в зоне дискретизации пневмомеханических прядильных машин базируется, в частности, на разработке на научной основе методов математического моделирования движения волокна и сорных частиц в сороотводящем канале при изменении геометрических параметров сороотводящего канала и технологических параметров машины. Использование на этой базе методов компьютерного моделирования позволяет привлечь современные средства комплексного построения оптимальных моделей технологического процесса.

С точки зрения поддержания стабильности технологического процесса, в желобе прядильного ротора большую опасность представляют сорные частицы, масса которых превышает некоторую предельно

допустимую. Определим диапазон скоростей витания этих сорных частиц и, в частности, скорость витания $v_{\text{вит}}^*$ той сорной частицы, которая имеет предельно допустимую массу m в желобе прядильного ротора.

Оценка предельно допустимой массы соринки была дана в [1]. Однако дальнейшие исследования [2], [3] показали необходимость уточнения теории, изложенной в [1], при исследовании обрывности в пневмопрядении при получении котонино-содержащей пряжи.

Сила натяжения пряжи $P(r_B)$ на входе в воронку определяется из соотношения

$$P(r_K) - P(r_B) = -0,5\mu\omega_K^2(r_K^2 - r_B^2),$$

где $P(r_k)$ – натяжение пряжи на желобе прядильного ротора в точке съема; $\omega_k = \pi n_k / 30$ – угловая скорость вращения прядильного ротора; n_k – частота вращения крутильного органа, мин^{-1} ; r_k – радиус камеры; r_b – радиус пряжевыходной воронки; $\mu = 10^{-6} T$ – линейная плотность пряжи в системе СИ; T – линейная плотность пряжи в тексах.

Следовательно, имеем

$$P(r_b) = P(r_k) + 0,5\mu\omega_k^2(r_k^2 - r_b^2).$$

Величину $P(r_k)$ заменяем на равную ей величину центробежной силы:

$$P(r_k) = m\omega_k^2 r_k.$$

Следовательно,

$$P(r_b) = m\omega_k^2 r_k + 0,5\mu\omega_k^2(r_k^2 - r_b^2).$$

Так как

$$r_k^2 \gg r_b^2,$$

то

$$P(r_b) = m\omega_k^2 r_k + 0,5 \cdot 10^{-6} T \omega_k^2 r_k^2.$$

Натяжение пряжи P_c в точке схода с фрикционной поверхности воронки

$$P_c = P(r_b) e^{k\varphi_{охв}},$$

где $\varphi_{охв}$ – угол охвата пряжей фрикционной поверхности воронки; k – коэффициент трения ($k = 0,18$).

где c_x – коэффициент аэродинамического сопротивления; $S_{мид}$ – площадь миделева сечения; ρ_a – плотность воздуха.

Выбирая геометрическую модель для сорной частицы, при знании величины c_x

Согласно теории, изложенной [1], величина натяжения пряжи не должна превосходить предельного значения:

$$P_{пред} = 10^{-2} P_0 T / k_0,$$

где P_0 – удельная разрывная нагрузка; k_0 – коэффициент ($k_0 = 12$).

То есть должно выполняться соотношение

$$P_c = P_{пред}.$$

Подставляя в это соотношение выражения для P_c и $P_{пред}$, получаем:

$$(m\omega_k^2 r_k + 0,5 \cdot 10^{-6} T \omega_k^2 r_k^2) e^{k\varphi_{охв}} = 10^{-2} P_0 T / k_0,$$

или

$$m\omega_k^2 r_k + 0,5 \cdot 10^{-6} T \omega_k^2 r_k^2 = 10^{-2} P_0 T^{-k\varphi_{охв}} / k_0.$$

Отсюда предельно допустимая масса соринки вычисляется так:

$$m = \frac{10^{-2} k_0^{-1} P_0 e^{-k\varphi_{охв}} - 0,5 \cdot 10^{-6} \omega_k^2 r_k^2}{\omega_k^2 r_k} T$$

или

$$m = \frac{10^{-2} T (k_0^{-1} P_0 e^{-k\varphi_{охв}} - 5 \cdot 10^{-5} \omega_k^2 r_k^2)}{\omega_k^2 r_k}.$$

Обозначим через $v_{вит}^*$ скорость витания соринки предельно допустимой массы. Следовательно, $v_{вит}^*$ определяется по формуле

$$v_{вит}^* = \frac{1}{10\omega_k} \left[\frac{2gT(k_0^{-1} P_0 e^{-k\varphi_{охв}} - 5 \cdot 10^{-5} \omega_k^2 r_k^2)}{c_x S_{мид} \rho_a r_k} \right],$$

по предложенной формуле можно определить предельную скорость витания сорной частицы.

С целью моделирования аэродинамики процесса дискретизации была разработана

геометрическая модель сороотводящего канала, проведено моделирование аэродинамического поля в этой зоне. Далее в среде пакета Mathcad было осуществлено решение дифференциальных уравнений механики движения сорных частиц и изучены траектории их движения при различных базовых аэродинамических характеристиках частиц – скоростях витания.

Моделирование траекторий движения проводилось следующим образом. По разработанной программе были предприняты вариационные расчеты, причем значение скорости витания сорной частицы изменяли по шагам так, чтобы в камеру прядильного ротора была вынуждена направиться частица с максимально возможной скоростью витания.

Расчет показал, что для аэродинамических условий пневмомеханических машин типа ППМ значение скорости витания для такой частицы равно $v_{\text{вит}} = 0,27$ м/с.

В рассматриваемой модели частицы со скоростями витания, большими, чем $v_{\text{вит}} = 0,27$ м/с, далее захватываются потоком, направленным в сороотводящую трубку, и через сороотводящий воздухопровод пневмотранспортируются в сборник отходов.

Таким образом, на основе компьютерного моделирования показано, что устройство серийного сороотводящего канала обладает недостатком, заключающимся в том, что в нем имеется мощный воздушный поток из атмосферы цеха, направленный поперечно движению пыли и сорных частиц. В результате аэродинамического воздействия этого потока часть выделившейся пыли и сорных частиц увлекается в камеру и вновь соединяется с перерабатываемой волокнистой смесью, от которой она была отделена в процессе дискретизации, что приводит к ухудшению показателей качества пряжи.

Таким образом, очевидно основное противоречие, которое нужно разрешить, для того чтобы повысить эффективность волокноочистки в зоне сороотводящего канала. С одной стороны, поперечный поток в сороотводящем канале необходим, чтобы поддерживать волокна на гарнитуре

расчесывающего барабанчика. С другой стороны, этот поперечный поток способен подхватывать и направить часть уже выделенных в процессе дискретизации из волокнистого продукта сорных частиц в камеру, что нежелательно, с точки зрения стабильности протекания технологического процесса, поскольку этот факт является причиной возникновения "муарового эффекта" в ткани.

Разрешить данное противоречие можно переформированием воздушного течения в зоне сороотводящего канала, то есть организацией в этом канале контролируемых воздушных течений, способных в своей совокупности как удерживать волокна на зубьях гарнитуры расчесывающего барабанчика, так и одновременно снижать аэродинамическое сопротивление сорным частицам, отделенным в процессе дискретизации от волокон.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета аэродинамических характеристик сорных частиц, движущихся в зоне сороотводящего канала пневмомеханического прядильного устройства.

2. На основе предложенной математической модели в среде пакета Mathcad разработана компьютерная модель для расчета траекторий движения сорных частиц в зоне сороотводящего канала пневмомеханического прядильного устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов В.С., Мигушов И.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973, №4. С.44...48.
2. Рыбин В.Э., Красик Я.М., Ларин И.Ю., Бариев А.Р. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, №3. С.40...43.
3. Рыбин В.Э., Красик Я.М., Ларин И.Ю., Бариев А.Р. Механика процесса обрыва пневмомеханической пряжи. // Ивановск. гос. текст. акад. – Иваново, 2004. – 8с: ил. – Бнблиогр: 2 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 11.10.04, № 1579- В2004.

Рекомендована кафедрой безопасности жизнедеятельности. Поступила 01.03.06.