

2. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 562 с.

УДК 531:677.052.484

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПРЯЖУ ВНУТРИ КАМЕРЫ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

*Буткевич В.Г., к.т.н., доц., Москалев Г.И., к.т.н., доц.,
Мельник В.Д., студ., Ходюш Е.А., студ.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Статья посвящена исследованию формы баллонизирующего участка нити внутри прядильной камеры и действующих на него внешних сил. Получены уравнения для определения составляющих силы натяжения в баллоне в зависимости от скорости, линейной плотности нити и радиуса.

Ключевые слова: прядильная камера, баллонизирующий участок нити, подъемная сила, лобовое сопротивление, силы натяжения нити

Исследование формы баллонизирующего участка нити внутри прядильной камеры и действующих на него внешних сил важно при изучении условия формирования пряжи на пневмомеханической прядильной машине. Задача о форме и натяжении нити баллона решается в различных работах при известных допущениях. Отмечается, что на радиальный участок нити в прядильной камере действует пять основных сил: центробежная, Кориолиса, тяжести, аэродинамическая, начального натяжения в точке схода с желоба камеры. Однако степень влияния этих сил на силу натяжения и соответственно форма баллона у авторов различается. В большинстве работ отмечается, что центробежная сила на порядок больше остальных и их в расчётах учитывать не стоит. С другой стороны, есть работы, показывающие, что влияние некоторых сил, в частности аэродинамической, достаточно велико, а при пересечении транспортного воздушно-волокнистого потока (он вызван работой дискретизирующего барабанчика) и радиального участка сформированной нити аэродинамическая сила может превышать центробежную.

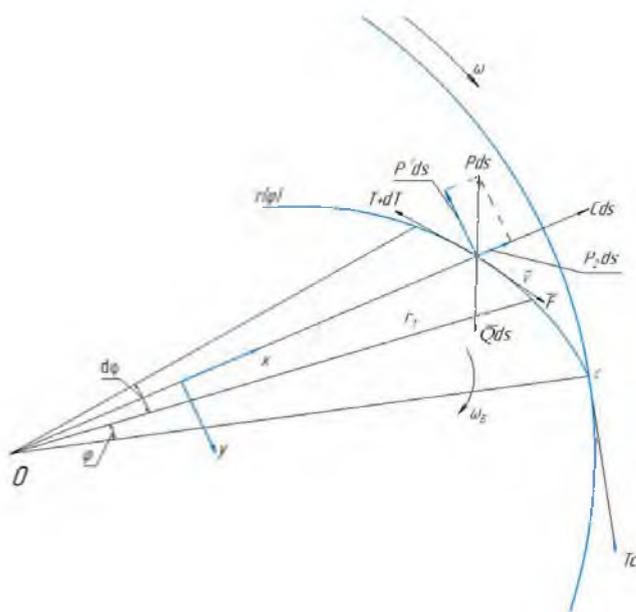


Рисунок 1 – Схема кривой баллона в полярной системе координат

Решив первую задачу механики, авторы аналитически показали, что в районе радиуса камеры 40-60 мм (машина ППМ-240-ш) приращение влияния всех сил, кроме центробежной, составляет до 30 % [1].

Известно, что радиальный участок нити в камере пневмомеханической прядильной машины движется по спирали с переменным шагом [2]. Составим схему кривой баллона $r(\varphi)$ в полярной системе координат с полюсом в точке O (рис. 1).

Введем обозначения: φ – текущая условная координата точки кривой баллона, рад.; r – текущий радиус-вектор, м; R – радиус сборной поверхности камеры, м; ω_B – угловая скорость баллона, сек⁻¹; V – скорость отвода нити, м/сек; μ – линейная плотность нити; ψ – угол между

положительным направлением радиуса-вектора r и отрицательным направлением касательной к кривой $r(\varphi)$, рад; T – натяжение нити, Н; P – аэродинамическая сила, действующая на единицу длины нити, Н; P_r, P_τ – проекции силы P соответственно на направление радиус-вектора r и перпендикуляр к нему, Н; C и Q – центробежная и кориолисова сила, отнесенные к единице длины нити, Н.

Введем допущения, что нить гибкая, нерастяжимая, однородная, процесс формирования стационарный ($R; U; \omega_r - const$). На элемент нити dS действуют силы натяжения нити T и $T + dt$ и сила аэродинамического сопротивления PdS .

Условия равновесия элемента dS .

$$\sum X = P_\tau ds + T \cos\left(v + \frac{d\varphi}{2}\right) - (T + dT) \cos\left(v + dv - \frac{d\varphi}{2}\right) + CdS - \theta \sin v dS = 0, \quad (1)$$

$$\sum Y = P_r dS + T \sin\left(v + \frac{d\varphi}{2}\right) - (T + dT) \sin\left(v + dv - \frac{d\varphi}{2}\right) + \theta \cos v dS = 0. \quad (2)$$

После преобразования получим:

$$P_r = T \frac{\sin^2 v}{r} (1 - v') + T' \frac{\sin v \cos v}{r} - C + \theta \sin v, \quad (3)$$

$$P_\tau = T \frac{\sin v \cos v}{r} (1 - v') - T' \frac{\sin^2 v}{r} + \theta \cos v. \quad (4)$$

В результате можно получить уравнения изменения натяжения нити в баллоне и инерционных сил C и Q через скорости, линейную плотность нити и радиус.

$$T_c = \frac{(C_c - \theta)R}{1 - \frac{r'^2 c}{R}} = (C_c - \theta)\rho_c. \quad (5)$$

Здесь ρ_c – радиус кривизны балона в точке съема C .

В результате анализа формул 1–5 можно сделать вывод, что по мере удаления от сборной поверхности камеры силы P_r и P_τ резко возрастают, достигая своего максимума на расстоянии 4 мм от нее, а затем падают. Подъемная сила P_r уже на расстоянии 3–4 мм становится малой и продолжает убывать, приближаясь к нулю. Лобовое сопротивление P_τ на расстоянии 5 мм начинает превосходить по величине P_r и медленно спадает и достигает при $r = 25$ мм четверти своего максимального значения, и в пределах участка $r = 14$ мм остается практически неизменной.

Список использованных источников

1. Минаков, А. П. Реактивное изменение длины баллонизирующего участка нити на ее напряжение при осевом сматывании с поверхности вращения / А. П. Минаков // Научно-исследовательские труды МТИ. – М. : Гизлегпром, 1979. – Т. 15. – С. 26–34.
2. Исаков, Н. П. Расчетные формулы для определения натяжения в баллоне / Н. П. Исаков // 21 научно-техническая конференция: тезисы докладов / Ивановский текстильный институт. – Иваново, 1965. – С. 17.