

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЙ БОБИНОДЕРЖАТЕЛЯ НА ЛИНЕЙНУЮ ПЛОТНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ НИТЕЙ

П.А. БАШАШИН, Л.И. КОРОТЕЕВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

E-mail: office@msta.ac.ru

Рассмотрено влияние колебаний бобинодержателя на линейную плотность минеральных нитей, получаемых на формовочных машинах. Установлено, что размах колебаний бобинодержателей приводит к значительному увеличению неравномерности линейной плотности минеральных нитей, что снижает их качество.

The article contains the material concerning the aspect of influence of the bobbin holder vibrations' on the linear density of the mineral threads, produced on the moulding machines. It is established that the amplitude of the vibration greatly increases the unevenness of the linear density of the mineral threads reducing its quality.

Ключевые слова: минеральные нити, бобинодержатель, линейная плотность, колебания бобинодержателя, центр тяжести, рабочая скорость, интегральные уравнения.

На агрегатах для получения минеральных нитей отсутствуют вытяжные диски, поэтому бобинодержатель является не только приемным, но и вытяжным механизмом. Устойчивое (без колебаний) вращение бобинодержателя в этом случае является непременным условием нормальной работы механизма вытяжки и намотки.

Качество нитей, получаемых на машинах для формования, определяется многими параметрами, одним из которых является линейная плотность нити. В [1], [2] приведены данные, показывающие уменьшение прочности и ухудшение потребительских свойств формируемой нити в зависимости от неравномерности линейной плотности.

Неравномерность линейной плотности минеральных нитей, получаемых на формовочных машинах, зависит от сочетания таких факторов как колебание температуры в фильерном питателе, вид и принцип работы замасливающего устройства, работа механизма раскладки, вибрация бобинодержателя. Исследование системы при

большом числе факторов в данном случае чрезвычайно сложно, так как изменять параметры процессов, происходящих в фильерном питателе, замасливающим устройстве практически невозможно без изменения технологического процесса. Поэтому более доступным является исследование влияния отдельных параметров. В данной работе в первом приближении исследовано влияние на линейную плотность нитей колебаний бобинодержателя.

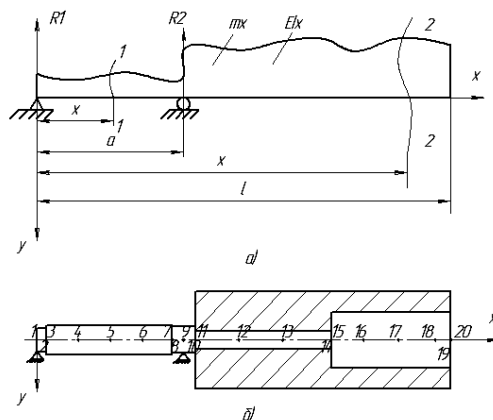


Рис. 1

На основании работ по динамике веретен и бобинодержателей [3...5] был разработан порядок определения частоты собственных колебаний и амплитуды вынужденных колебаний бобинодержателя с использованием метода интегральных уравнений.

При расчете бобинодержатель рассматривался как балка на двух опорах с консолью, масса и жесткость которой распределены вдоль оси по определенному закону (рис. 1-а).

Частота собственных колебаний равна:

$$\omega_c = \sqrt{\frac{1}{K_{\max}}},$$

где K_x – сокращенная запись интегральных операций (интегральный оператор):

$$K_x = \int_0^x \int_0^x \frac{A_x}{EI_x} dx^2 - \frac{x}{a} \int_0^a \int_0^x \frac{A_x}{EI_x} dx^2,$$

$$A_x = \int_0^x \int_0^x m_x y_x dx^2 + \frac{x}{a} \left[(\ell - a) \int_0^\ell m_x y_x dx - \int_0^x m_x y_x dx^2 \right] +$$

$$+ \varepsilon_{R2} \frac{x-a}{a} \left(\int_0^\ell m_x y_x dx^2 - \ell \int_0^\ell m_x y_x dx \right),$$

$$y_x = \omega_c^2 \int_0^x \int_0^x \frac{Ax}{EIx} dx^2 + y_0' x + y_0;$$

y_0' и y_0 – соответственно угол поворота и прогиб вала в начале координат; m_x , EI_x – масса и жесткость единица длины; ε_{R1} , ε_{R2} – единичные функции влияния, определяющие необходимость учета реакции при рассмотрении участка вала; ℓ – общая длина бобинодержателя; a – расстояние между опорами.

Количество расчетных точек (рис.1-б) и их расположение выбираются таким образом, чтобы наиболее полно отразить распределение массы бобинодержателя по его длине.

В первом приближении принимали распределение относительного прогиба по закону:

$$y = \frac{x(x-a)}{\ell(\ell-a)}.$$

Это распределение удовлетворяет условиям: $y(0) = 0$, $y(a) = 0$.

В результате расчетов было получено значение частоты собственных колебаний ω_{c1} бобинодержателя, используемого в промышленности (типа НАС-5), при следующих исходных данных: число паковок на бобинодержателе – 2, масса нити на паковке – 5 кг; длина бобинодержателя $\ell = 0,8$ м; смещение центра тяжести бобинодержателя относительно оси вращения при 4-м классе балансировки, $e = 0,1 \cdot 10^{-4}$ м; материал корпуса – алюминиевый сплав Д16; материал вала – сталь;

$$\omega_{c1} = 248,2 \text{ с}^{-1}.$$

Рабочая скорость бобинодержателя $\omega = 628 \text{ с}^{-1}$, то есть бобинодержатель работает во второй рабочей зоне.

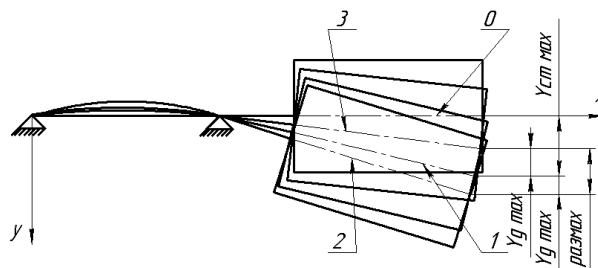


Рис. 2

При вынужденных колебаниях бобинодержателя (рис. 2) положение 1 соответствует положению статического равновесия. При вращении бобинодержателя на элемент dx будет дополнительно действовать сила, величина которой будет определяться величиной прогиба бобинодержателя в данном сечении и смещением e (положение 2).

Для положения 2 прогиб бобинодержателя будет равен:

$$y_{x(2)} = \omega^2 k_y + y_{ox},$$

где ω – частота вращения бобинодержателя; k_y – интегральный оператор; y_{ox} – статический прогиб.

Для положения 3 имеем:

$$y_{x(3)} = -\omega^2 k_y + y_{0x}.$$

На неравномерность линейной плотности будет оказывать влияние размах колебаний бобинодержателя U в рассматриваемой плоскости:

$$U = y_{x(2)} - y_{x(3)} = 2\omega^2 k_y.$$

$$M_y = \int_0^x \int_0^x m_x (y + e) dx^2 + \varepsilon_{R1} \frac{x}{a} \left[(\ell - a) \int_0^\ell m_x (y + e) dx - \int_0^x \int_0^x m_x (y + e) dx^2 \right] +$$

$$+ \varepsilon_{R2} \frac{x - a}{a} \left[\int_0^\ell \int_0^x m_x (y + e) dx^2 - \int_0^\ell m_x (y + e) dx \right];$$

$$M_0 = \int_0^x \int_0^x m_x g dx^2 + \varepsilon_{R1} x \left[(\ell - a) \int_0^\ell m_x g dx - \int_0^x \int_0^x m_x g dx^2 \right] +$$

$$+ \varepsilon_{R2} (x - a) \left[\int_0^\ell \int_0^x m_x g dx^2 - \int_0^\ell m_x g dx \right].$$

В результате расчетов было получено значение двойной амплитуды колебаний при приведенных выше исходных данных:

$$U = 0,163 \text{ мм.}$$

Допускаемые колебания линейной плотности минеральных нитей с учетом влияния всех элементов технологической линии в большинстве случаев составляют $\pm 5\%$. В [6] в результате проведенных экспериментальных исследований получено, что для достижения неравномерности линейной плотности химических нитей в 1% необходимо снижать размах колебаний до $0,025$ мм. В нашем случае размах колебаний равен $0,163$ мм, то есть неравномерность линейной плотности нити только от колебаний бобинодержателя будет значительно больше 1% . Размах колебаний зависит от многих факторов – от величины

Задачу решаем методом последовательных приближений. Вначале определяем величину статического прогиба y_{ox} , которое принимаем за первое приближение, затем определяем k_y, y_x :

$$k_y = \int_0^x \int_0^x \frac{M_y}{EI_x} dx^2 - \frac{x}{a} \int_0^a \int_0^x \frac{M_y}{EI_x} dx^2;$$

$$y_{0x} = \int_0^x \int_0^x \frac{M_0}{EI_x} dx^2 - \frac{x}{a} \int_0^a \int_0^x \frac{M_0}{EI_x} dx^2,$$

где M_y и M_0 – интегральные операторы, определяемые по выражениям:

смещения e , от податливости опор, от массы паковки, от конструкции зажимных элементов и т.д. Увеличение податливости опор снижает частоту собственных колебаний, делая более легким переход через резонансную зону, но увеличивает амплитуду колебаний. Для уменьшения дисбаланса (смещения e) бобинодержатель подвергают балансировке, которая, однако, имеет ограниченную точность. Кроме того, следует учитывать, что в процессе работы бобинодержателя за счет увеличения массы наматываемых нитей величина смещения увеличивается. Теоретически оценить это изменение чрезвычайно сложно. Усовершенствование конструкции бобинодержателей с целью уменьшения амплитуды колебаний следует проводить, основываясь на тщательных расчетах и соответствующих экспериментальных исследованиях.

ВЫВОДЫ

1. Предложена схема расчета вынужденных колебаний бобинодержателей для минеральных нитей с использованием метода интегральных уравнений.

2. Размах вынужденных колебаний бобинодержателей, используемых в настоящее время в промышленности, значительно увеличивает неравномерность линейной плотности нитей, что приводит к снижению их качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пакивер А.Б.* // Химические волокна. – 1969, №4. С.46...47.

2. *Нигиноргик Л.Д., Назарова Г.В.* // Химические волокна. – 1971, №6. С.30...32.

3. *Коритыцкий Я.И.* Вибрация и шум в текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1974.

4. Машины для формования химических и минеральных волокон / Под ред. Регельмана Х.З. – Л.: Машиностроение, 1972.

5. *Максимов Н.И.* Вибрация красильно-отделочных машин. – М.: РИО МТИ, 1991.

6. *Суровец В.В.* Исследование и разработка методики проектирования высокоскоростных бобинодержателей: Дис...канд.техн.наук. – М., МТИ, 1978.

Рекомендована кафедрой проектирования машин для производства химических волокон и красильно-отделочного оборудования. Поступила 06.10.09.