

**СЕКЦИЯ «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ
НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ»**

SECTION «MODELING AND IDENTIFICATION OF NONLINEAR
DYNAMIC SYSTEMS AND PROCESSES»

УДК 681. 62-50

DOI: 10.30987/conferencearticle_61c997ef63e8b0.46491776

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ НАТЯЖЕНИЯ НИТИ
В ПРОЦЕССЕ ПРЯДЕНИЯ**

Гулчехра Рахимжоновна Алимова, докторант кафедры “Системы обработки информации и управления”, alimova250479@mail.ru

Исамиддин Хакимович Сиддигов, д.т.н., профессор кафедры “Системы обработки информации и управления”, isamiddin54@gmail.com

Ташкентский государственный технический университет
Узбекистан, Ташкент

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы создания математической модели процесса вытягивания ленты с учетом натяжения нити. Для этой цели определены зависимость между натяжением нити и скоростью вращения электроприводов. Предложенная математическая модель процесса позволяет синтезировать высокоэффективные системы управления оборудования прядильного производства.

Ключевые слова: наматывания ленты, вытягивания, упругость, погрешность, тяговая устройства.

**RESEARCH OF THE SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL
OF THE THREAD TENSION SPEED IN THE SPINNING PROCESS**

Gulchekhra R. Alimova, doctoral student of the Department of Information Processing and Control Systems, alimova250479@mail.ru

Isamiddin Kh. Siddikov, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Processing and Control Systems, isamiddin54@gmail.com

Tashkent State Technical University, Uzbekistan, Tashkent

Abstract. The paper deals with the creation of a mathematical model of the process of stretching the tape, taking into account the tension of the thread. For this purpose, the relationship between the thread tension and the speed of expression of the electric drives is determined. The proposed mathematical model of the process allows one to synthesize highly efficient control systems for spinning equipment.

Keywords: tape winding, stretching, elasticity, error, traction device.

Прядильное изделие отличается большой длиной и относительно малыми поперечными размерами. Этим обусловлено продольное осевое перемещение полуфабрикатов через рабочий узел машины путем размазывания их из одной емкости и наматывания на другую технологических операциях.

При этом происходит непрерывное формирование последовательных участков изделия из потоков полуфабрикатов. Наличие нескольких таких

взаимозависимых во времени потока требует обеспечения постоянства соотношения их поступления в рабочий узел в условиях действия различных возмущений. При всей своей кажущейся простоте непрерывное движение и операции на волокне представляют собой сложный процесс, включающий себя постоянные и переменные составляющие волновые импульсы колебания струны и т.д.) [1, 2]. Ролики и колеса участвующие в продвижении волокна, могут иметь несогласованность движений как следствие отклонений диаметров ленты от номинальных размеров, так и из-за люфтов, трения, износа кинематических пар и т.д. эта несогласованность может увеличиваться при независимом приводе отдельных механизмов и в переходных режимах [3].

Действие продвигающих пряжи устройств основано на законах простой механики, и так как масса волокно невелика по сравнению с массой и моментом инерции протягивающих и направляющий устройств, то чаще эти законы рассматриваются применительно названным устройствам, а не к волокну. Все это нарушает поддержание постоянной величины указанного соотношения и, следовательно, влияет на качество готового изделия. С другой стороны, качество последнего зависимость также от работ рабочего органа (узла) [4].

Таким образом, в качестве основных задач управления технологическими операциями в прядильном производстве следует выделить:

1. Управление непосредственно самими рабочими узлами, с помощью которых осуществляются технологические операции на вытяжной ленте;
2. Управление скоростью и натяжением вытягиваемой лены в области рабочего узла.

В операции наматывания ленты необходимо рассматривать переходный процесс или изменение во времени характера эластичной ленты. Затем необходимо стремиться разрешить задачи связанной с исследованием статических и динамических свойств механической системы, характеризуемой сосредоточенными или распределенными параметрами (масса, упругость затухание и т.д) [5]. Для решения задачи автоматизации процесса регулирования технологических параметров вытягиваемой ленты (плотность) рассмотрим зависимость между натяжениями и скоростями тяговых устройств в области рабочего узла.

На участке между двумя тяговыми устройствами растяжению (T) подвергается отрезок технологического звена, поступающий из предыдущего промежутка натяжением T . Ненапряженная длина отрезка l_0 и между тяговыми устройствами может быть определена из выражения

$$l_0 = \frac{l}{1 + \xi},$$

где l -напряженная длина отрезка нити;

$\xi = \frac{T}{SE}$ - относительное упругое удлинение (S и E -поперечное сечение и модуля упругость волокна).

От действия натяжения T - T отрезок l_0 удлинится. Величина относительного упругого удлинения $\xi(t)$ описывается уравнением Максвелла [3]

$$\xi(t) = \frac{\sigma(t)}{E} + \frac{1}{\eta} \int_0^t \sigma(t) dt, \quad (1)$$

где- $\sigma(t)$ - напряжение нити в функции времени;

η -коэффициент, обратно пропорциональный вязкости. При неизменном натяжении уравнению (5) принимает вид

$$\xi = \frac{K_k}{l_0} = \frac{\sigma}{E} + \frac{\sigma T}{\eta}, \quad (2)$$

где K_k –абсолютное упругое удлинение,

$T = \frac{l}{V_2}$ -время прохождения элементарного отрезка нити на участке между тяговыми устройствами.

Удлинение η_n с учетом (4) равно

$$K_H = \frac{V_2 \Delta t}{1 + \frac{T_2}{SE}} \cdot \frac{T_2 - T_1}{S} \left(\frac{1}{k} + \frac{T}{\eta} \right). \quad (3)$$

С другой же стороны

$$K_H = V_2 \Delta T - V_1 \Delta t. \quad (4)$$

Приравнивая друг к другу правые части уравнений (3) и (4) обозначая $ES = a$

с учетом $\frac{T_1}{SE} \ll 1$ имеем

$$T_2 = T_1 + \left(\frac{V_2 - V_1}{V_1} \right) \frac{a \epsilon}{\epsilon + aT}. \quad (5)$$

Из выражения (5) следует, что натяжение ленты в области рабочего узла зависит от скорости тяговых устройств. Влияние возмущающих воздействий на натяжение определяется по формуле (9):

$$\sigma T_2 = \frac{\Delta T_2}{T_2} = \left[\frac{V_{20} a_0 b_0}{T_{20} V_{20} (b_0 + T_0 a_0)} \cdot \frac{(T_{20} - T_{10}) a_0 T_0}{T_{20} (b_0 + a_0 T_0)} \right] \sigma V_2 - \frac{V_{20} a_0 b_0}{V_{10} (b_0 + a_0 T_0)} \sigma V_1 + \frac{T_{10}}{T_2} \sigma T_1 + \frac{T_{20} - T_{10}}{T_2} \left(\frac{b_0 \delta a_0 + T_0 a_0 \delta b}{b_0 + a_0 T_0} \right), \quad (6)$$

где δ - относительная погрешность ($T_{10}, T_{20}, a_0, b_0, V_1, V_{20}$) значения величины в установившемся режиме. Для определения погрешности δV_2 используем уравнение механической характеристики электропривода устройства

$$\delta M_{D_2} = \delta i_2 + \frac{1}{\eta i_{20} M_{D_{20}}} \left[M_{c_0} \delta M_{c_0} + R_R T_{20} \delta T_2 - \frac{V_{cy_0}}{V_{20}} T_{30} R_2 (\delta V_3 - \delta V_2 + \delta T_3) \right], \quad (7)$$

где δM_{CB} -погрешность из изменения статического момента: δV_3 и δT_3 - погрешность скорости и натяжение. Погрешность δT_2 в выражении (7) можно представить в виде

$$\delta T_2 = \delta T_2' + \delta T_2'',$$

где $\delta T_2'$ включает в себя слагаемые (10) с сомножителями δV_2 и δV_1 , $\delta T_2''$ - остальные слагаемые. Тогда составляющую $\delta T_2'$ можно уменьшить увеличением K_{c_2} , применением высокоточного датчика скорости и стабилизированного источника напряжения U_3 , а $\delta T_2''$ -регуляторами, непосредственно измеряющими натяжение технологического звена.

Однако реализация последнего предложения при натяжении ленты сдерживается отсутствием испытанных и надежных датчиков натяжения. При этом регулирования скорости отдающего и приемного устройств зависимости от радиусов намотка барабанов требует установки электромеханических компенсаторов. Таким образом, задача сводится в первую очередь к регулированию скорости и натяжения технологического звена между тяговыми устройствами что достигается управлением их электроприводами.

Для этого предлагаются две системы. Первая-следающая система электрического вала; во второй соотношения скоростей поддерживается с подошью частотных тахогенераторов и модулей комплекса типовых логических элементов микроконтроллере.

Список литературы

1. Битус Е.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов формирования гребенной ленты в шерстопрядении / Е. И. Битус. - Москва: Знание, 2007. - 238 с. : ил.
2. Ванин А.С., Козлов А.Б. Компьютерное моделирование нейросетевого регулятора // Текстильная промышленность (научный альманах), 2008.-№4. с.56-58.
3. И.Х.Сиддиков, Д.А.Халматов, Г.Р.Алимова. Адаптивно-нечеткая система автоматической регулирования вытяжки ленты//Текстильный журнал Узбекистана. 2020. №1. С.77-84
4. Hakimovich, S.I., Olimovich, K.U., Nikolayevna, I.R., Tashkenboevna, Y.S., Raximjonovna, A.G. Design of standart regulators for multi-link control objects. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 2021, 12(7), стр. 349-353
5. D.A.Khalmatov, U.O.Khuzhanazarov, G.R.Alimova, J.M.Murodov. (2021) Adaptive fuzzy control system for multi-dimensional dynamic object under the conditions of uncertainty of information, International journal of advanced research in science, engineering and technology vol. 8, issue 2 , february 2021. pp.16608-16612.

Материал принят к публикации 28.09.21.