

Список использованных источников

1. Поляков, А. Е., Рыжкова, Е. А., Иванов, М. С. Электротехнические комплексы и системы технологического оборудования как объекты управления энергосберегающими режимами. Часть 2. Разработка, моделирование и практическая реализация энергосберегающих режимов многомерных динамических объектов: монография. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина». – 2018. – 216 с.
2. Поляков, А. Е., Рыжкова, Е. А., Иванов, М. С., Жегалова, А. М., Осина, А. М., Колесников, Р. А. Устройство для управления процессом жидкостной (пенной) обработки волокнистых материалов. Решение о выдаче патента на полезную модель № 2018102694 от 30.07.2018 г.

УДК 621.798.426-52

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЗОНЫ ДЕФОРМАЦИИ
ВОЛОКНИСТОГО ПРОДУКТА КАК ОБЪЕКТА
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МЕТОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АНАЛОГИЙ**

*Поляков А.Е., проф., Иванов М.С., доц., Рыжкова Е.А., проф.,
Городков Д.А., маг.*

*Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Российская Федерация*

Ключевые слова: электромеханические системы, метод электрических аналогий, зона деформации, электрические цепи, передаточная функция, моделирование, электрическая модель, микропроцессорный регулятор напряжения.

Реферат. В статье рассматривается возможность использования метода электрических аналогий при описании механических свойств и динамических характеристик зон деформации волокнистых продуктов. Анализируя условия возникновения автоколебаний в зоне деформации, использовались логарифмическая амплитудная и фазовая частотные характеристики (ЛАФЧХ), рассчитанные в программной среде MatLab. Исследуемая зона деформации представлена в качестве системы автоматического регулирования, основным требованием к которой является обеспечение заданного соотношения линейных скоростей, определяющих требуемую вытяжку или относительную деформацию волокнистого продукта.

Наряду с оправдавшими себя принципами структурного моделирования электромеханических систем технологического оборудования рассматриваются возможности прямого или косвенного использования электрических аналогий механических систем, а также вопросы обобщения экспериментов и создания инженерных методов анализа и расчета для решения задач управления процессом формирования, наматывания и транспортирования волокнистого материала.

Более полное описание механических свойств текстильных продуктов свойственно четырехэлементной модели (рис. 1), которая описывает три составляющие деформации: упругую, эластическую и пластическую. Моделируемая зона вытягивания волокнистого материала представлена в виде линейной электрической цепи, переходные процессы в которой наиболее детально изучены в работе [1].

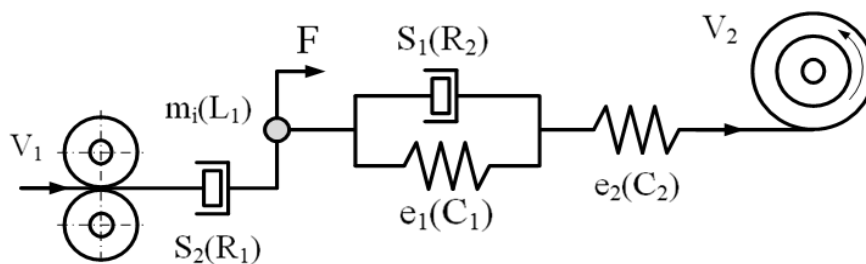


Рисунок 1 – Механическая модель зоны деформации

Используя методы алгебры комплексных чисел, составлены уравнения, позволяющие средствами вычислительной техники исследовать динамические свойства зоны транспортирования и наматывания волокнистого продукта.

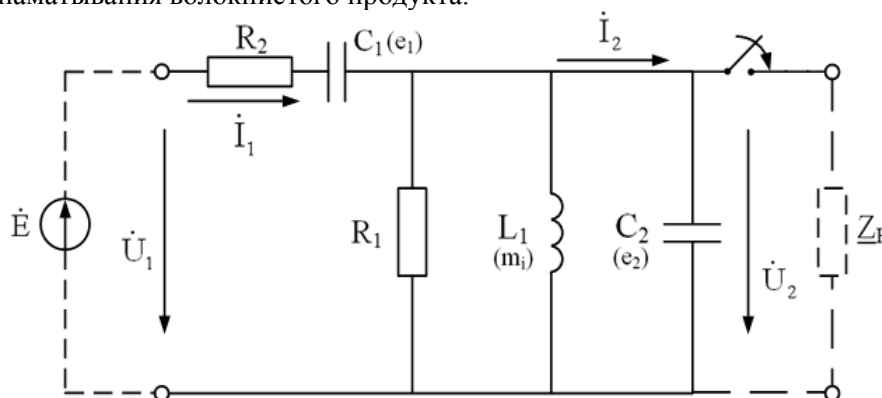


Рисунок 2 – Эквивалентная электрическая цепь зоны деформации

Схема динамической связи, имитирующей зону деформации, представлена по выбранной системе аналогий в виде электрической цепи, представленной на рисунке 2.

Расчет основных параметров электрической цепи, эквивалентных характеристикам зоны деформации, осуществлен методом четырехполюсников [2].

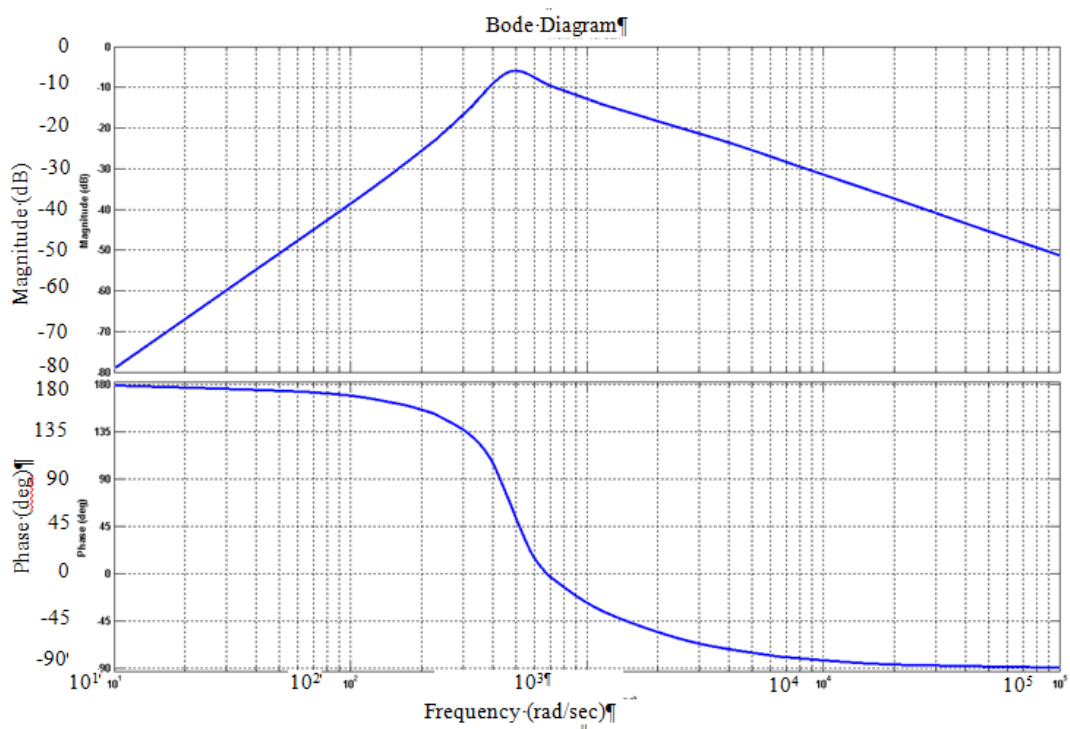


Рисунок 3 – Логарифмические амплитудная и фазовая частотные характеристики зоны деформации

Режим натяжения (деформации) на линии производства объемных нетканых полотен определяется соотношением линейных скоростей выпуска полотна из каландра v_1 и наматывания на валик v_2 и обеспечивается системой автоматического управления.

Элементы электрической цепи подобраны таким образом, что установившийся режим реализуется при разомкнутой внешней нагрузке и наличие резонанса токов в параллельных ветвях (L_1, C_2) электрической цепи.

Для анализа условий возникновения автоколебаний в зоне деформации воспользуемся логарифмическими амплитудной $A(\omega)$ и фазовой (φ°) частотными характеристиками (ЛАФЧХ). Рассчитанные в математической среде MatLab ЛАФЧХ передаточной функции представлены на рисунке 3. Колебательное звено в общей эквивалентной электрической цепи, моделирующей зону деформации, определяет всплеск ЛАЧХ, а дифференцирующее звено – ее провал. ЛФЧХ пересекает линию -180° при отрицательных значениях ЛАЧХ, следовательно, система устойчива, но имеет затухающие колебания.

Получена передаточная функция зон деформации:

$$W(p) = \frac{p^2}{3,75 \cdot 10^{-3} p^3 + 4,75 p^2 + 1,71 \cdot 10^3 p + 0,89 \cdot 10^6} \quad (1)$$

В переходных режимах, когда появляется рассогласование V_1 и V_2 , отличное от заданного, в механической модели изменяется сила F , пропорциональная величине вытяжки E , что в электрической модели приводит к изменению емкости конденсатора C_2 .

Моделирование переходных режимов осуществлялось при подключении генератора (\dot{E}) и замыкания вторичной электрической цепи четырехполюсника на нагрузку.

В проводимых исследованиях зона деформации представлена в качестве системы автоматического регулирования, основным требованием к которой является обеспечение заданного соотношения линейных скоростей V_1 и V_2 , определяющих требуемую вытяжку или относительную деформацию волокнистого продукта.

При подаче на исследуемый объект (зону деформации) установки в виде единичного ступенчатого сигнала выходное установившееся значение вытяжки может не совпадать с его заданными значениями $1,01 \div 1,03$, то есть появляется статическая погрешность в виде рассогласования между требуемым и реальным значением выходной переменной. На реальном объекте эта погрешность исчезает, если для коррекции скоростных режимов каландра использовать микропроцессорный регулятор напряжения МРН000, который позволяет создать следящую систему автоматического регулирования.

С целью определения оптимальных скоростных режимов рабочих органов зоны транспортирования и наматывания полотна проведено параметрическое моделирование передаточной функции методом случайного поиска с использованием теоремы о конечном значении преобразования Лапласа, позволившее обеспечить отслеживание ступенчатого воздействия с нулевой статической погрешностью.

Список использованных источников

1. Воробийенко, П. П. Теория линейных электрических цепей: учебное пособие для вузов / П. П. Воробийенко – Москва : Радио и связь, 1989. – 328 с.
2. Поляков, А. Е., Дубовицкий, В. А., Филимонова, Е. М. Повышение эффективности управления энергосберегающими режимами технологического оборудования: монография. – Москва : ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. – 265 с.