

УДК 687; [677.057.617]

**СИНТЕЗ ДВУХМЕРНОЙ МОДЕЛИ УПРУГОВЯЗКОЙ СИСТЕМЫ
МЕХАНИЧЕСКОЙ УСАДКИ ТКАНИ**

**SYNTHESIS OF TWO-DIMENSIONAL MODEL
OF AN ELASTIC VISCOUS SYSTEM OF FABRIC MECHANICAL SHRINKAGE**

Е.Н.КАЛИНИН, В.В.САЛОВ, Е.С.КОНСТАНТИНОВ, С.М.БАЖЕНОВ, Н.В.ТАРАСОВ
E.N. KALININ, V.V. SALOV, E.S. KONSTANTINOV, S.M. BAZHENOV, N.V. TARASOV

(Ивановская государственная текстильная академия)
(Ivanovo State Textile Academy)
E-mail: enkalini@gmail.com

В работе рассматривается двухмерная модель процесса механической усадки ткани как упруговязкой системы и ее представление в форме механической цепи.

A two-dimensional model of the process of fabric mechanical shrinkage as an elastic viscous system and its representation in the form of a mechanical chain has been considered.

Ключевые слова: процесс механической усадки, двухмерная модель, механическая цепь, упругий и диссипативный элементы, элемент трения и динамического возбуждения.

Keywords: mechanical shrinkage process, a two-dimensional model, a mechanical chain, elastic and dissipative elements, an element of friction and dynamic excitation.

Для анализа параметров взаимодействия текстильного материала с рабочими органами тканеусадочной машины как колебательной системы целесообразно представить ее концептуальную модель [1] в форме механической цепи. Это позволяет определить кинематические величины, характеризующие абсолютное и относительное перемещения в принятой системе отсчета и воспринимаемые элементами системы силы, а также даст возможность ис-

следования процесса наиболее удобным методом, в котором уравнения движения системы можно написать исходя непосредственно из топологии рассматриваемой механической цепи на основе законов Кирхгофа и применять для дальнейшего описания и анализа механической цепи аппарат теории графов и использовать формализованный и системный подход к их исследованию.

Рассмотрим схему нашего устройства [2] согласно теории построения механических цепей [3] в виде совокупности соединенных между собой элементарных пассивных и активных двухполосников, отражающих соответствующие свойства элементов устройства (упругие, диссипативные, инерционные и идеализированные

источники силы и кинематических величин). На рис.1 изображена двухмерная механическая цепь, отражающая свойства исследуемой системы, ассоциированные направления двухполосников которой в плоскости ZOX выбраны одинаковыми для всех элементов относительно принятой системы отсчета.

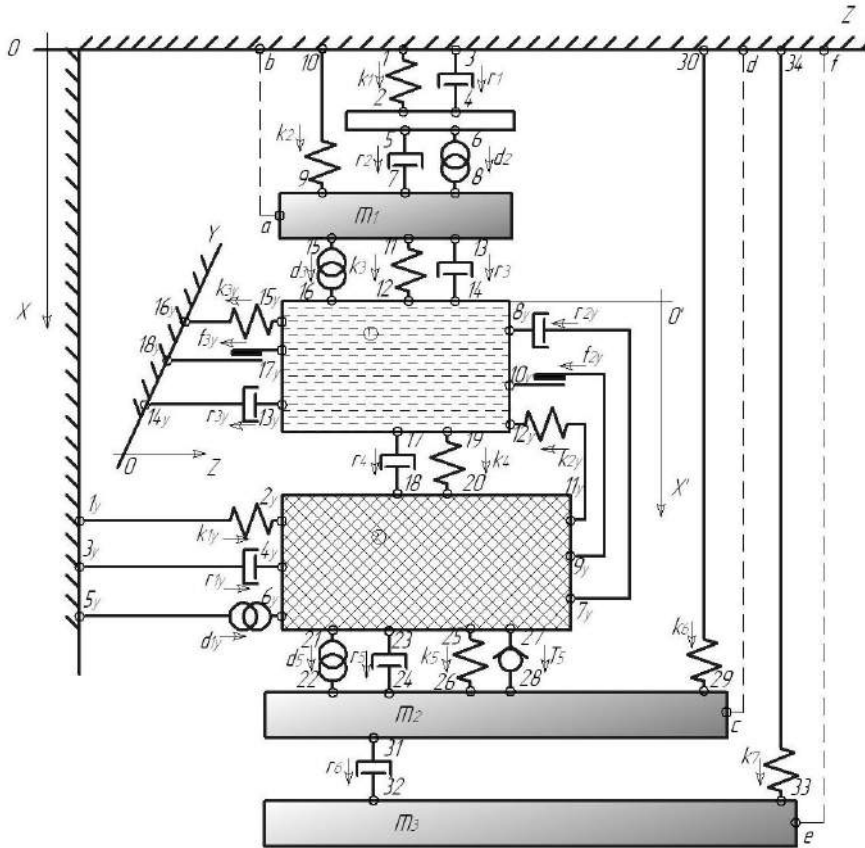


Рис. 1

Динамические свойства исполнительного механизма (линейного пневматического или гидравлического двигателя) представлены в виде параллельно соединенных упругости k_1 и демпфера r_1 , отражающих процессы, протекающие в сопряжении поршень-цилиндр и характеризующиеся, например, наличием ньютоновских сил трения, термодинамическими процессами в полостях цилиндра.

Полюсы 1 и 3 принадлежат неподвижной поверхности (остову устройства), относительно которой происходит перемещение элементов динамической системы (абсолютная система отсчета), полюсы 2 и 4 соединены невесомой балкой, выполня-

ющей функцию поршня, приведенной массой к которому ввиду малости применительно к используемым в рассматриваемых системах типоразмерам исполнительных механизмов можно пренебречь (вырожденный безынерционный элемент), который, в свою очередь, воздействует (через полюсы 5, 7) на прижимной вал, характеризующийся инерционным элементом (массой) m_1 (полюсы a, b), диссипативным элементом r_2 , отражающим свойства конструктивного демпфирования объекта и обусловленного его поперечной деформацией, с источником d_2 кинематических возмущений (прогиб от общей неуравновешенности и динамический прогиб), а

также переменной динамической жесткостью - упругостью k_2 , позволяющей оптимизировать величину поперечного прогиба рабочей части прижимного вала.

Ввиду того, что упругость k_2 имеет двойную связь – с подвижной массой m_1 (полюс 9) и с неподвижной поверхностью (полюс 10), рассматриваемая механическая цепь может быть определена как непланарная.

Источником динамических возмущений технологического характера d_3 системы (источник скорости), имеющих ударный характер, является взаимодействие усадочного и прижимного валов в результате колебательного процесса, осуществляемого последним и характеризуемым упругим k_3 и демпфирующим r_3 элементами, соединенными невесомой балкой (полюсы 12, 14, 16).

Вязкоупругие характеристики резинового ремня, огибающего прижимной вал (с массой m_1), представлены в соответствии с реологическими свойствами полимерного материала в виде упругости k_4 (полюсы 19, 20) и демпфера r_4 (полюсы 17, 18), соединенных невесомой балкой. Влиянием массы ремня ввиду относительной малости пренебрегаем. Причем поперечная деформация резинового ремня относительно геометрической оси вала может быть учтена за счет введения подвижной системы отсчета $O'X'$.

Свойства нижнего приводного вала представляются инерционным элементом – массой m_2 (полюсы с, d), демпфером r_5 , характеризующим явление конструкционного демпфирования (полюсы 23, 24), упругостью k_6 , обладающей двойной связью с подвижной массой m_2 (полюс 29) и неподвижным остовом (полюс 30), образующим очередную непланарность. Источником d_5 кинематических возмущений при стационарном режиме работы вала являются его поперечный прогиб от общей неуравновешенности и его динамический прогиб. Поскольку вал является приводным, то он подвержен одновременному воздействию как поперечных сил, так и крутящего момента, действие которого отражено элементом T_5 (полюсы 27, 28).

Диссипативные параметры остова устройства и упругие его характеристики оцениваются элементами r_6 (полюсы 31, 32), массой m_3 (полюсы e, f) и k_7 (полюсы 33, 34) соответственно.

Помимо рассмотренной вертикальной плоскости ZOX на текстильный материал, находящийся между прижимным валом и резиновым ремнем, оказываются воздействия в плоскости, перпендикулярной ей – YOZ. Здесь характеристики продольных деформаций резинового ремня, связанного с приводным и натяжным валами [2] как с остовом устройства, характеризуются элементами упругости k_{1y} (полюс 1_y и 2_y) и демпфера r_{1y} (полюс 3_y и 4_y). Влияния, оказываемые поперечными прогибами приводного и натяжного валов вследствие их динамической неуравновешенности на резиновый ремень, описываются на схеме источником возмущений d_{1y} (полюс 5_y и 6_y). Упруговязкую связь между резиновым ремнем и текстильным материалом, представляемую элементами упругости k_{2y} (полюс 11_y и 12_y) и демпфером r_{2y} (полюс 7_y и 8_y), дополняет присутствующий в этой плоскости элемент трения f_{2y} (полюс 9_y и 10_y), которое возникает вследствие действия фрикционных сил между обозначенными текстильным материалом и резиновым ремнем.

Свойства продольных деформаций текстильного материала, возникающих вследствие контролируемого компенсатором [2] технологического натяжения, описываются в механической цепи элементами упругости k_{3y} (полюс 15_y и 16_y) и демпфером r_{3y} (полюс 13_y и 14_y). Трение между основными нитями и нитями утка представлено элементом f_{3y} (полюс 17_y и 18_y). Полюсы 14_y , 16_y , 18_y принадлежат неподвижной поверхности, характеризующейся начальными задаваемыми параметрами (скорости, натяжения) ткани, присущими всей технологической линии.

Рассматривая поведение ткани в другой плоскости и вводя новую систему отсчета YOZ, получаем двухмерную механическую цепь упруговязкой системы, описывающей взаимодействие рабочих органов тканеусадочного устройства в процессе механи-

ческой усадки ткани. Синтезированная нами механическая цепь дает возможность прогнозировать состояние исследуемой системы в процессе усадки тканой структуры.

ВЫВОДЫ

1. Создана двухмерная упруговязкая модель системы, описывающей процесс механической усадки ткани и учитывающей действия источников кинематических и динамических возмущений при взаимодействии технологической машины с текстильным материалом.

2. Установлена структурная взаимосвязь между элементами механической цепи, позволяющая синтезировать оптимальную по своим функциональным параметрам систему, обеспечить на этапах проек-

тирования прогнозирование ее поведения в заданных технологических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Калинин Е.Н.* Концептуальная модель процесса взаимодействия валкового устройства с текстильным материалом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 2. С. 106...108.

2. *Салов В.В., Калинин Е.Н.* Синтез устройства для механической усадки текстильного материала в режиме динамического нагружения // Сб. матер. Междунар.науч.конф.: Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности. – Витебск, ВГТУ. 2011. С. 195...196.

3. *Дружинский И.А.* Механические цепи. – Л.: Машиностроение, 1977.

Рекомендована кафедрой системного анализа.
Поступила 02.04.12.