

УДК 687; [677.057.617]

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТКАНИ  
В ПРОЦЕССЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ УСАДКИ**

**IMITATING MODELLING OF RELAXATION CHARACTERISTICS  
OF A FABRIC IN THE PROCESS OF MECHANICAL SHRINKAGE**

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

**(Ивановская государственная текстильная академия)**  
**(Ivanovo State Textile Academy)**  
E-mail: palovinych@inbox.ru

*В работе приведена разработанная имитационная двухмерная модель упруговязкой системы процесса механической усадки ткани и результаты ее компьютерного исследования.*

*The developed simulation two-dimensional model of a visco-elastic system of fabric mechanical shrinkage process and the results of its computer studies has been presented in the paper.*

**Ключевые слова:** имитационная модель, двухмерная модель упруговязкой системы, механическая усадка, деформация ткани.

**Keywords:** a simulation model, a two-dimensional model of visco-elastic system, mechanical shrinkage, fabric deformation.

Для аналитического исследования механической системы, отражающей основные свойства структуры ткани, а также геометрические и силовые характеристики, определяемые процессом взаимодействия ткани с рабочими органами тканеусадочной машины, необходимо синтезировать математическую модель ткани и представить эту модель в машинном виде, удобном для компьютерного анализа.

С целью исследования релаксационных характеристик ткани в условиях силового нагружения в процессе механической усадки нами разработана имитационная модель, построенная на основе пакета расширения для блочного моделирования Simulink системы Matlab [1].

Основой создания имитационной модели послужила разработанная нами двухмерная структурно-параметрическая модель [2] упруговязкой системы, которая, согласно теории механических цепей, с достаточной точностью описывает как свойства ткани, так и взаимодействующих с ней рабочих органов тканеусадочной машины. Рассматриваемый объект исследования представляет собой сложную динамическую систему, где основной элемент системы (ткань) подвержен воздействию как кинематических ( $v$ ,  $S$ ,  $E$  и др.), так и динамических ( $f$ ,  $A$ ,  $P$  и др.) параметров. Схему многопараметрического воздействия на исследуемый объект можно представить в виде, изображенном на рис. 1,

где  $v$  – скорость движения ткани, м/мин;  $E$  – модуль упругости ткани, Н/м<sup>2</sup>;  $S$  – технологическое натяжение ткани, Н;  $P$  – прижимная сила, Н;  $A$  – амплитуда воздействия силы, м;  $f$  – частота изменения силы, с<sup>-1</sup>;  $e$  – деформация ткани, %.

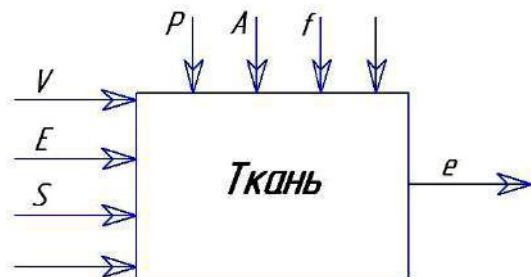


Рис. 1

Задавая входные параметры, такие как скорость  $v$  движения ткани, ее модуль упругости  $E$ , технологическое натяжение  $S$  вдоль нитей основы, учитывая возмущающее воздействие, выражаемое приклады-

ваемой прижимной силой  $P$ , способной оказывать влияние на ткань в динамическом режиме [4] с требуемой амплитудой  $A$  и частотой  $f$ , на выходе имеем реакцию системы, выраженную выходной деформацией ткани  $e$ .

Имитационная модель, средствами пакета Simulink, имеет вид, показанный на рис. 2, где в блоке 1 задается величина скорости движения ткани по рабочим органам тканеусадочной машины; модуль упругости ткани  $E$  до ее нагружения внешними усилиями задается блоком 2. Технологическое натяжение  $S$ , с которым ткань поступает в зону контакта резинового ремня – прижимной и усаживающий валы, описывается блоком 3. Его можно задавать в различных формах (линейным, ступенчатым, параболическим и др.), что является необходимым при рассмотрении вариаций в процессе моделирования.

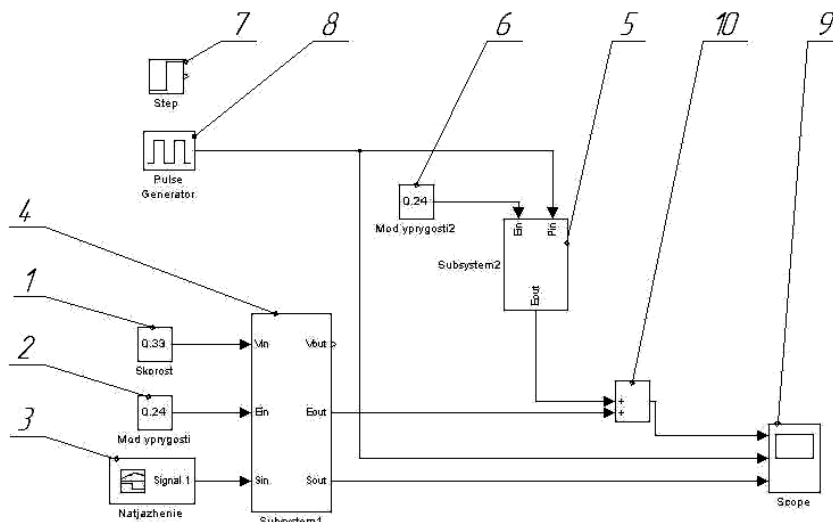


Рис. 2

Подсистема Subsystem 1 (блок 4) описывает поведение нитей основы как элемента, обладающего упруговязкими свойствами согласно модели Кельвина-Фойгта [3]. При более детальном ее описании взаимосвязь между упругим и демпфирующим элементами нами выражена в виде передаточной функции Transfer Fcn (рис. 3), коэффициенты которой задаются в соответствии с требованием пользователя в окне параметров подсистемы, в котором суммируются величины начального

модуля упругости  $E$  ткани и технологического натяжения  $S$ .

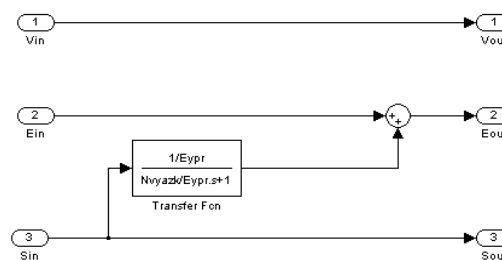


Рис. 3

Влияние скорости движения ткани на данном этапе моделирования не учитывается.

Согласно двумерной модели упруго-вязкой системы [2] нами предусмотрено поведение ткани для случая ее продольной и поперечной деформаций, обусловленной технологическим натяжением  $S$  и прижимной силой  $P$ , обуславливающей в зоне контакта прижимного вала с тканью, ремнем и усаживающим валом возникновение знакопеременных нормальных и касательных усилий.

Подсистема Subsystem 2 (блок 5) описывает возникновение поперечной деформации ткани. Она также учитывает упруго-вязкие характеристики модели Кельвина-Фойгта и представляется передаточной функцией, оперирующей коэффициентами параметров ( $E$ ,  $A$ ,  $f$ ), оказывающих влияние на свойства ткани при поперечном ее нагружении. При подробном рассмотрении подсистема имеет вид, представленный на рис. 4.

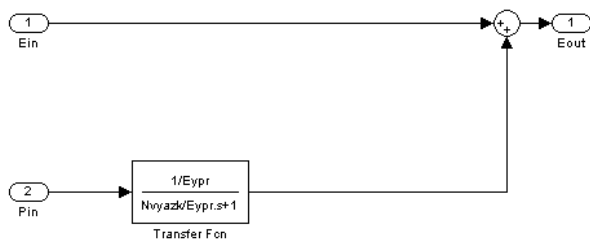


Рис. 4

Она дает результат сложения сигналов величины модуля поперечной упругости ткани блока 6 с величиной прижимной силы  $P$ , задаваемой либо статически в блоке 7 Step с шаговым сигналом, либо динамически в блоке 8 – Pulse Generator (рис.2), основными параметрами которого являются частота  $f$  и амплитуда  $A$  знакопеременных колебаний прижимного вала.

Полную деформацию ткани можно рассматривать через элемент вывода Score (блок 9) после сложения двух сигналов поперечной и продольной деформаций, осуществляемого сумматором (блок 10).

Разработанная нами имитационная модель имеет возможность масштабирования математического представления за счет изменения функциональных характеристик отдельных блоков и сохранения взаимосвязей между ними, а также дополнять разработанную модель новыми компонентами, оказывающими влияние на исследуемый процесс и расширяющими ее сферу использования применительно к широкому спектру свойств упруговязких материалов.

## ВЫВОДЫ

Разработана имитационная модель механической системы, отражающая основные свойства структуры ткани, ее геометрические и силовые характеристики и позволяющая исследовать релаксационные характеристики ткани в условиях силового нагружения в процессе механической усадки.

Результаты исследований будут являться основой синтеза новой технологии и оборудования для механической усадки текстильного материала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. MATLAB в инженерных и научных расчетах /О.Ф. Дашенко, В.Х. Кириллов, Л.В. Коломиец и др. – Одесса: Астропринт, 2003.
2. Салов В.В., Константинов Е.С., Баженов С.М., Калинин Е.Н. Синтез двумерной модели упруго-вязкой системы механической усадки ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 2.
3. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани: Монография. – М.: Легкая индустрия, 1980.
4. Салов В.В., Калинин Е.Н. Синтез устройства для механической усадки текстильного материала в режиме динамического нагружения // Сб. мат. Междунар научн. конф.: Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности. – Витебск: ВГТУ, 2011. С. 195...196.

Рекомендована кафедрой систем ного анализа.  
Поступила 01.06.12.