

УДК 687; [677.057.617]

**КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ УСАДКИ ТКАНИ
КАК УПРУГОЙ СИСТЕМЫ**

**THE COMPUTER ANALYSIS OF THE PROCESS
OF MECHANICAL SHRINKAGE OF A FABRIC
AS AN ELASTIC SYSTEM**

В.В. САЛОВ, Е.С. КОНСТАНТИНОВ, В.Г. ЛАПШИН
V.V. SALOV, E.S. KONSTANTINOV, V.G. LAPSHIN

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

В работе проведен вычислительный эксперимент, и с помощью компьютерной модели, разработанной на основе существующих зависимостей, получены результаты, позволяющие определить оптимальные соотношения между конструктивными параметрами рабочих органов усаживающего устройства, физико-механическими свойствами конструкционных и обрабатываемого материалов, а также дают возможность системного подхода в решении задачи анализа технологических параметров процесса механической усадки.

A computing experiment is carried out in the paper and the results determining the optimal relationship between the design parameters of the working bodies shrink devices, physical and mechanical properties of structural and processed materials, as well as enabling a systematic approach for solving the problem of the analysis of the technological parameters of a mechanical shrinkage process, have

been received using a computer model developed on the basis of existing relationships.

Ключевые слова: тканеусаживающее устройство, оптимальные параметры, силовое взаимодействие, технологическое натяжение ткани, усаживающая сила, дуга скольжения, коэффициенты трения, механическая усадка.

Keywords: a shrink device, optimal parameters, a force interaction, fabric technological tension, a shrink force, a sliding arc, friction coefficients, mechanical shrinkage.

Для изучения сущности механизма процесса механической усадки тканого полотна необходимо выявить и исследовать параметры, наиболее весомо определяющие эффективность работы технологического оборудования, реализующего процесс усадки и определения оптимальных соотношений между конструктивными параметрами рабочих органов усаживающего устройства, физико-механическими свойствами конструктивных и обрабатываемого материалов. Для решения этой задачи нами разработана методика компьютерного анализа основных технологических параметров процесса усадки и синтеза усаживающего устройства, созданы алгоритмические средства, функционирующие на основе языка программирования сверхвысокого уровня и позволяющие решить задачу научно обоснованного определения основных технологических и конструктивных параметров исследуемой системы на уровне закономерностей, представляющих практический и научный интерес и характеризующих взаимосвязь геометрических, кинематических, триботехнических и динамических параметров, как оборудования, так и физико-механических характеристик текстильного материала.

С целью обеспечения возможности определения оптимального соотношения технических параметров устройства, реализующего технологический процесс механической усадки ткани вдоль основы,

проведем вычислительный эксперимент, основанный на модифицированных нами математических зависимостях [1...3], представленных в виде компьютерной модели.

Одним из важнейших параметров, определяющих возможность усаживания тканого полотна вдоль основы, является его технологическое натяжение, задаваемое в процессе транспортировки по рабочим органам технологического оборудования, обусловленное его начальными значениями и возрастающее ввиду необходимости преодоления сопротивлений в кинематических парах рабочих органов машин. Входными условиями вычислительного эксперимента по установлению визуализированной взаимосвязи между натяжением S полотна ткани и усаживающей силой P нами приняты следующие параметры и их численные значения:

– угол дуги скольжения (угол обхвата) ремнем усаживающего вала с дискретными значениями 45, 90, 135, 180 и 210°;

– коэффициент трения f_m между тканью и усаживающим валом с максимальными значениями в пределах (0,1...0,15);

– коэффициент трения f_p ткани о поверхность резинового ремня со значением $f_p=0,9$;

– толщина резинового ремня $d = 0,03$ (м);

– ширина резинового ремня $B = 1,2$ (м);

– модуль упругости резины ремня $E=196,1 \cdot 10^6$ (Н/м²).

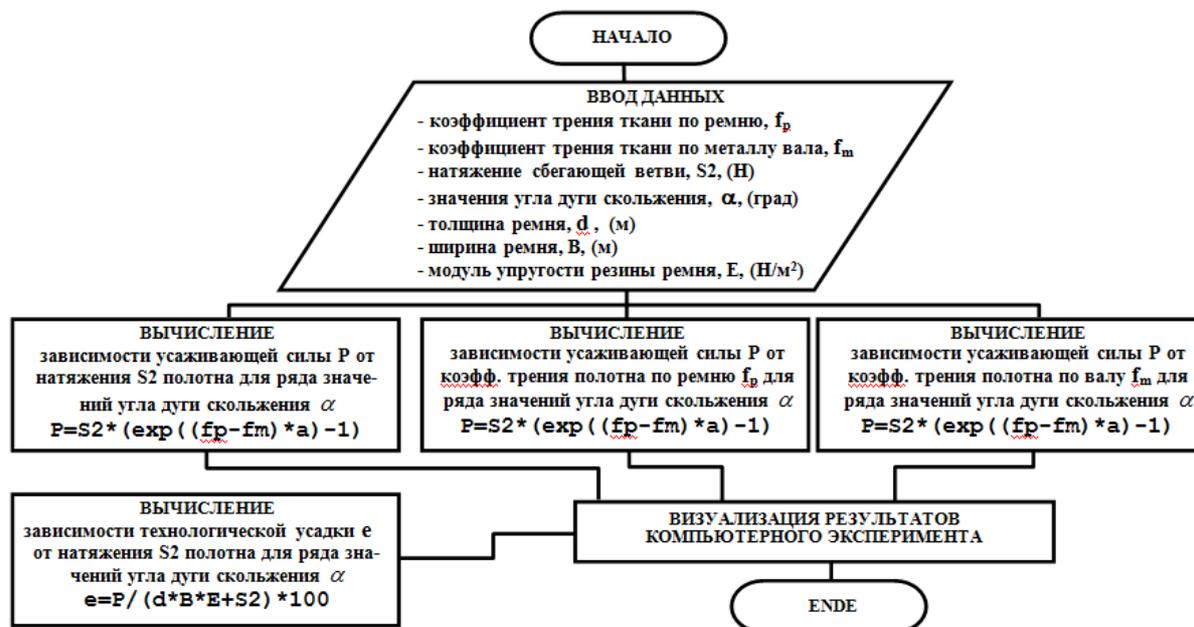


Рис. 1

Разработанный нами алгоритм (рис. 1 – алгоритм анализа основных параметров процесса механической усадки и устройства для его реализации) реализован посредством языка программирования сверхвысокого уровня системы научных и инженерных расчетов MatLab [4]. Визуализация результатов численного эксперимента

представлена на рис. 2...4 (рис. 2 – зависимость усаживающей силы P от натяжения S₂ полотна ткани на выходе из зоны контакта между ремнем и усаживающим валом и от натяжения S₁ – на входе; рис. 3 – зависимость усаживающей силы P от коэффициента трения f_p; рис. 4 – зависимость усаживающей силы P от коэффициента f_m).

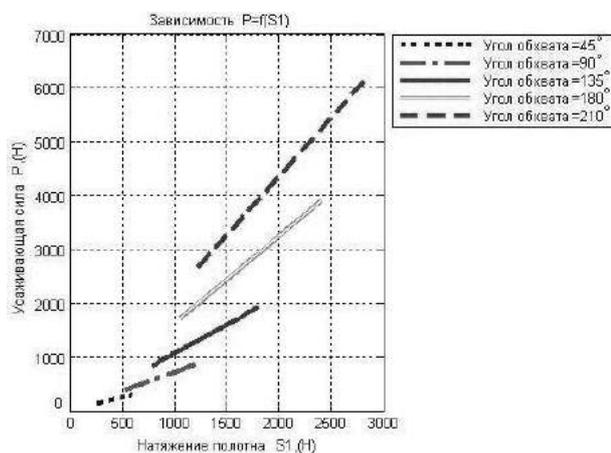
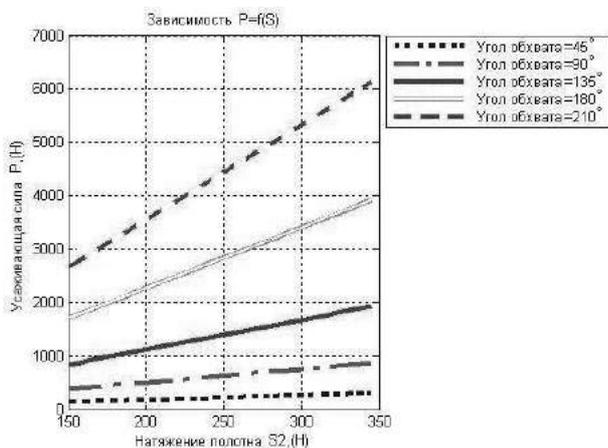


Рис. 2

Графическое представление функциональной зависимости усаживающей силы P от натяжения S полотна (рис.2) показывает резкое возрастание значений силы P при значениях угла дуги скольжения alpha, начиная

с alpha = 135°. Таким образом, наибольшая эффективность силового воздействия на тканую структуру со стороны усаживающего устройства достигается при углах дуги скольжения, начиная со значений 135°.

Следующей группой параметров усаживающего устройства, оказывающих определяющее влияние на деформацию полотна по его основе в процессе усадки, являются коэффициент трения f_m между тканью и усаживающим валом и коэффициент трения f_p ткани о поверхность резинового ремня.

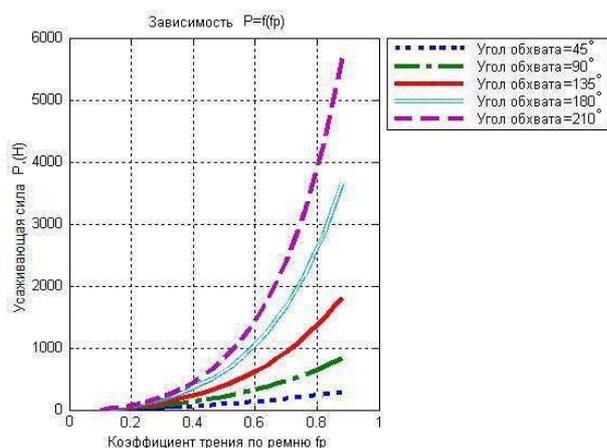


Рис.3

Из анализа численных значений силы трения, возникающей при взаимодействии полотна ткани с поверхностью усаживающего вала, следует, что значения этой силы на порядок меньше, чем силы трения, возникающей при взаимодействии ткани с поверхностью резинового ремня.

Таким образом, выявленная в ходе компьютерного эксперимента картина силового взаимодействия между тканью и рабочими органами усаживающего устройства в зоне их контакта, подтверждает необходимость обеспечения высоких триботехнических характеристик зоны контакта между полотном ткани и поверхностью резинового ремня.

Полученные графические зависимости, определяющие характер силового взаимодействия усаживаемого полотна ткани с рабочими органами устройства, дают возможность непосредственной оптимизации конструктивных его характеристик, геометрических параметров заправки полотна ткани, параметров его транспортировки по технологическим зонам отделочного обо-

Визуализированные нами зависимости подтверждают установленную ранее концепцию превалирующего влияния значений угла дуги скольжения на максимальную эффективность силового воздействия на усаживаемый материал с целью достижения заданных значений технологической усадки ткани.

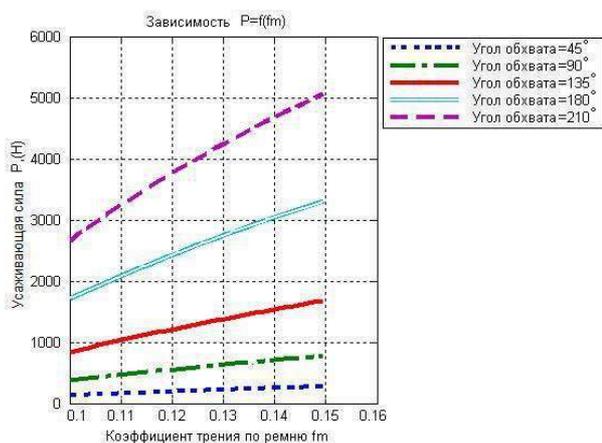


Рис.4

рудования, предшествующего усаживающему устройству.

Тем самым обеспечивается выбор оптимальных значений угла дуги скольжения – угла обхвата усаживающего вала резиновым ремнем, степень шероховатости поверхности усаживающего вала, упругие характеристики и геометрия поверхностного слоя резинового ремня. Приведенные характеристики обеспечивают возможность научно обоснованного выбора свойств конструкционных материалов рабочей поверхности усаживающего вала и резинового ремня, а также позволяют выявить и исследовать параметры, наиболее весомо определяющие эффективность работы технологического оборудования, реализующего процесс механической усадки; определить оптимальные соотношения между конструктивными параметрами рабочих органов усаживающего устройства, физико-механическими свойствами конструкционных и обрабатываемого материалов, дают возможность системного подхода в решении задачи анализа техно-

логических параметров процесса механической усадки, а также обеспечить реализацию технологии синтеза сложной упругой динамической системы по заданным технологическим характеристикам на основе методов компьютерного объектно-ориентированного моделирования.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальные зависимости получены для пяти значений угла дуги скольжения α при заданном диапазоне технологического натяжения S полотна. Полученные графические зависимости являются основой научно обоснованного выбора значений натяжения S полотна на входе в зону контакта между резиновым ремнем и усаживающим валом усаживающего устройства с целью достижения технологической усадки e при условии соблюдения заданных начальных параметров состояния транспортируемого полотна ткани, находящегося в сложноподвижном состоянии.

2. Сравнительный анализ результатов вычислительного эксперимента с результатами лабораторного анализа выходных параметров процесса механической усадки полотна хлопчатобумажной ткани арт. 1640 по основному параметру показал вполне удовлетворительную степень адекватности разработанных нами алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуковский Н.Е. О скольжении ремня на шкивах. – Собрание сочинений. Т. III. – М.-Л., 1949.
2. Лякишев Б.М. Теоретические основы механической усадки ткани // Научн.-исследоват. тр. ИвНИТИ. Т. 21. – М.: Гизлегпром, 1957.
3. Щеголёв А.И. Некоторые закономерности в тканеусадочном устройстве с резиновым ремнем // Научн.-исследоват. тр. ИвНИТИ. Т. 2. – М.: Гизлегпром, 1958.
4. Потемкин В.Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x. – В 2-х т. – М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 1999.

Рекомендована кафедрой системного анализа.
Поступила 27.11.11.