На правах рукописи

Глазунов Андрей Викторович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ СТАБИЛИЗАЦИИ НАТЯЖЕНИЯ ТКАНИ В МНОГОВАЛКОВЫХ МАШИНАХ

Специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы
(легкая промышленность)

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иваново 2007

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования “Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина”.

Научный руководитель -
доктор технических наук, профессор Курнышев Борис Сергеевич

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор Фомин Юрий Григорьевич,
кандидат технических наук, доцент Муницын Александр Иванович.

Ведущая организация – ООО «Красный Октябрь» (г. Каменка, Ивановской обл.)

Защита состоится « 15 » февраля 2007 г. в 10 часов в аудитории Г-235 на заседании диссертационного совета Д 212.061.01 при Ивановской государственной текстильной академии по адресу: 153000 г.Иваново, пр. Ф.Энгельса,21.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ивановской государственной текстильной академии.

Автореферат разослан «_____» _____200__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Кулида Н.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Качество готовой ткани определяется соответствием ГОСТ ее физико-механических свойств, на которые оказывают существенное влияние операции отделки. При этом на всех ее этапах, там, где применяется оборудование для транспортирования ткани в расправленном виде, последняя в большей или меньшей степени подвергается вытяжке.

Особенно ощутимое действие натяжения полотна наблюдается при проводке его через промывные и пропиточные многовалковые машины, оборудованные различного рода интенсификаторами.

При этом постоянное накопление необратимых деформаций в материале в процессе его транспортирования в конечном счете приводит к значительному снижению потребительских свойств как самой ткани, так и изделий из нее.

За период активного использования в текстильной промышленности оборудования для непрерывной обработки ткани достигнуты значительные успехи в устранении влияния на ее вытяжку сил сосредоточенного и распределенного трения, действующих в процессе ее транспортирования через многовалковые устройства.

При этом проблема решалась как в процессе рационального конструирования тканеведущих узлов машин, так и разработки средств автоматического контроля и управления натяжением полотна. Здесь известны работы профессоров Кузнецова Г.К., Мигушова И.И., Смирнова В.И., Хавкина В.П., Расторгуева А.К., Фомина Ю.Г., Тарарыкина С.В., Самсонова В.С. и др.

Успехи химической технологии и развитие современных средств автоматизации открывают перспективу дальнейшего совершенствования технологического оборудования и увеличения его рабочих скоростей. В этих условиях актуальным является решение задачи уменьшения натяжения вытяжки ткани в многовалковых машинах, достигаемого компенсацией действующих на полотно сил трения, что требует решения комплекса исследовательских и технических задач.

С учетом изложенного **целью диссертации** является совершенствование устройств стабилизации натяжения ткани в многовалковых машинах, направленное как на уменьшение ее вытяжки и повышение качества готового продукта, так и повышение производительности оборудования.

В соответствии с поставленной целью в работе решены следующие задачи:

1. Выполнить анализ многовалковых машин для непрерывной обработки ткани, устройств стабилизации ее натяжения и разработать математические модели многороликовых зон с учетом ее вязкоупругих свойств.

2. Выявить связь вытяжки и натяжения ткани в процессе ее транспортирования в многороликовой зоне с учетом действующих сил сосредоточенного и распределенного трения.

3. Установить соотношение параметров ткани и скорости ее движения в роликовой зоне, при которых отсутствует недопустимое ослабление натяжения.

4. В результате анализа устройств стабилизации натяжения ткани в многовалковых зонах обработки выявить принципы их рационального построения с учетом требования к быстродействию и вытяжке полотна.

Объект исследования – многовалковые текстильные машины, предназначенные для непрерывной обработки ткани в расправленном виде.

Методы исследования. В работе выполнены теоретические и экспериментальные исследования. В теоретических исследованиях использованы методы дифференциального и интегрального исчислений, теория графов, структурные, операторные и частотные методы анализа сложных динамических систем, методы математического их моделирования на ЭВМ.

Проверка основных теоретических положений выполнена на экспериментальном стенде, представляющим собой физическую модель двухмашинного агрегата, обеспечивающего процесс транспортирования ткани.

Научная новизна и положения, выносимые на защиту:

1. Математическая модель зоны обработки ткани, учитывающая ее вязкоупругие свойства и действующие в процессе ее обработки силы распределенного и сосредоточенного трения.

2. Установленная зависимость натяжения ткани от скорости ее движения в многовалковой машине, а также соотношение скоростей роликов с учетом ограничения, накладываемого вязкоупругими свойствами полотна и конструктивными параметрами зоны.

3. Установленная пилообразная форма распределения натяжения ткани вдоль зоны ее обработки, обусловленная распределенными по длине полотна силами трения, вызывающими непрерывное увеличение вытяжки полотна даже в условиях полной компенсации сосредоточенных сил трения.

4. Выявленное в результате анализа процессов деформации ткани в многовалковой машине соотношение ее параметров и устройства стабилизации натяжения полотна, исключающее его недопустимое ослабление.

Техническая новизна предлагаемого в работе устройства для выравнивания натяжения ткани в отделочной машине подтверждается полученным Патентом на полезную модель РФ № 47376 от 14.02.2005.

Практическая значимость работы.

Практическая значимость полученных в работе результатов заключается в следующем:

1. Разработанная математическая модель многовалковой зоны обработки с учетом вязкоупругих свойств ткани и действующих на нее сил распределенного и сосредоточенного трений позволяет рассчитывать натяжение и деформацию полотна в практике проектирования многовалковых машин.

2. Применение разработанных принципов рационального построения устройств стабилизации натяжения ткани в многовалковых машинах открывает возможность повышения рабочих скоростей оборудования и уменьшения вытяжки полотна.

3. Разработанные методики выбора натяжения транспортируемой ткани на входе многовалковой машины, минимального по условиям отсутствия ее складкообразования, а также оценки влияния параметров роликовой зоны позволяют уменьшить вероятность неконтролируемого снижения ее натяжения внутри многовалковой машины и повысить качество готового продукта.

Реализация результатов работы. Разработанные математические модели процессов транспортирования ткани, методики их расчета, а так же ре-

комендации по настройке устройств компенсации сосредоточенных и распределенных технологических возмущений приняты к использованию при проектировании и наладке приводных устройств поточных линий для обработки ткани в ОАО «НИЭКМИ» (г. Иваново).

Результаты работы нашли применение в учебном процессе при подготовке инженеров (специальность 140604), бакалавров и магистров (направление 140600) Ивановского государственного энергетического университета, а также инженеров специальности 170703 – Машины и аппараты красильно-отделочного производства Ивановской государственной текстильной академии.

Апробация работы. Основные положения, результаты, выводы и рекомендации диссертационной работы доложены, обсуждены и получили одобрение на Международной научно-технической конференции «VIII Бенардосовские чтения» (г. Иваново, ИГЭУ, июнь 1997 г.), Международных научно-технических конференциях «Прогресс-97», «Прогресс-98» (г. Иваново, ИГТА, 1997, 1998 г.), международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (IX Бенардосовские чтения) (г. Иваново, ИГЭУ, 1999 г.), Международной научно-технической конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной промышленности» - Поиск-2000 (г. Иваново, ИГТА, 2000 г.), .), Международной научно-технической конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной промышленности» - Поиск-2005 (г. Иваново, ИГТА, 2005 г.)

Публикации. По результатам исследований опубликовано 17 работ, среди которых 8 статей в центральных журналах, 9 тезисов докладов на международных научно-технических конференциях, получен патент РФ на полезную модель устройства выравнивания натяжения ткани в многовалковой машине.

Структура и объем работы. Диссертация общим объемом 202 страницы состоит из 5 разделов с выводами и содержит 136 истраниц основного текста,79 рисунков и 9 таблиц, список использованной литературы из 91 наименования и приложение.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, показаны цель работы и основные задачи исследования, сформулированы новые научные результаты и их практическая значимость.

В первой главе выполнена классификация многовалкового оборудования для обработки ткани врасправку. Установлено, что наибольшее применение получили многовалковые машины с приводными и полуприводными направляющими роликами, кинематически связанными с ведущей валковой парой. Привод валковой пары, как правило, осуществляется от электродвигателя постоянного тока.

Для согласования рабочих скоростей машин и поддержания натяжения ткани на заданном уровне, как правило, применяется грузовой петлеобразователь, установленный на выходе подающей валковой пары и имеющий измерительный ролик, снабженный датчиком положения, подключенный к преобразователю, питающему приводной двигатель валковой пары. Такая система позволяет поддерживать натяжение на входе в многовалковую машину.

Установлено, что с увеличением скорости транспортирования ткани в процессе ее обработки возрастают действующие на нее силы сосредоточенного и распределенного трения, увеличивающие ее натяжение и вытяжку. Различные конструкции полуприводных роликов отчасти позволяют компенсировать силы сосредоточенного трения в их цапфах. При этом отсутствует возможность регулирования натяжения ткани внутри роликовой зоны, где могут возникать неконтролируемые изменения ее натяжения вплоть до образования складок или разрывов.

Показано, что для расчета процессов деформации ткани внутри роликовой зоны обработки необходимо использовать математическую модель учитывающую как упругие, так и вязкие свойства полотна. Этим требованиям удовлетворяет модель Кельвина - Фойгта.

Установлено, что вытяжка ткани, обладающей вязкими свойствами, при ее транспортировании в зоне обработки наблюдается по всей длине зоны,

в то время как упругий материал вытягивается сразу после подающей валковой пары. Вследствие этого возможно недопустимое снижение натяжения ткани, обладающей вязкоупругими свойствами, в начале зоны при синхронном изменении скоростей приемной и выдающей валковых пар.

При исследовании трехроликовой зоны обработки выявлено, что натяжение на ее выходе, представляет собой сумму трех составляющих:

$F_{вх}$ – натяжения на входе в зону;

F_{β} – составляющей натяжения, образующейся от действия сосредоточенных сил трения, приведенных к поверхности направляющих роликов;

F_{α} – составляющей натяжения, образующейся от действия сил распределенного трения ткани в обрабатывающей среде.

Как показали исследования, на скоростях движения полотна более 100 м/мин, F_{α} значительно превосходит $F_{вх}$ и F_{β}.

Показано, что для уменьшения натяжения F_{α} необходимо введение рассогласования частот вращения приводных транспортирующих роликов зоны с монотонным уменьшением их скорости вращения по ходу движения материала. Причем величина рассогласования должна возрастать с ростом скорости его движения.

Предлагаемая в работе техническая реализация данного алгоритма достигается посредством привода направляющих роликов от моментных двигателей.

Во второй главе выполнен анализ статической модели процесса деформации ткани с учетом ее вязкоупругих свойств и действующих технологических возмущений.

Установлено, что при действии на полотно сил распределенного трения его натяжение линейно увеличивается по длине зоны обработки. При этом деформация ткани возрастает пропорционально длине полотна в зоне обработки и квадрату скорости его движения, а ее максимум наблюдается на входе тянульной валковой пары.

Получена аналитическая зависимость относительного удлинения в роликовой зоне обработки с учетом вязкоупругих свойств ткани, наличия со-

средоточенных и распределенных сил трения, а также тягового момента на роликах:

$$\varepsilon_i(t) = \frac{\alpha_c v l}{l_0} - \frac{\alpha_c v^2 \tau}{l_0}\left(1 - e^{-\frac{l}{v\tau}}\right) + \varepsilon_0 e^{-\frac{l}{v\tau}},$$

где $\tau = \frac{\eta}{E}$; l_0 – расстояние между роликами; l – длина зоны транспортирования; v – скорость движения ткани; E, η – модули упругости и вязкости полотна; α_c – коэффициент, учитывающий силы распределенного трения.

Распределение натяжения полотна вдоль зоны обработки при этом имеет пилообразную (рис. 1) форму, а его деформация в направлении движения непрерывно нарастает, что вызвано недостаточным временем на его релаксацию на участках между роликами. Показано, что с уменьшением скорости движения ткани ее вытяжка, обусловленная вязкой составляющей, так же уменьшается.

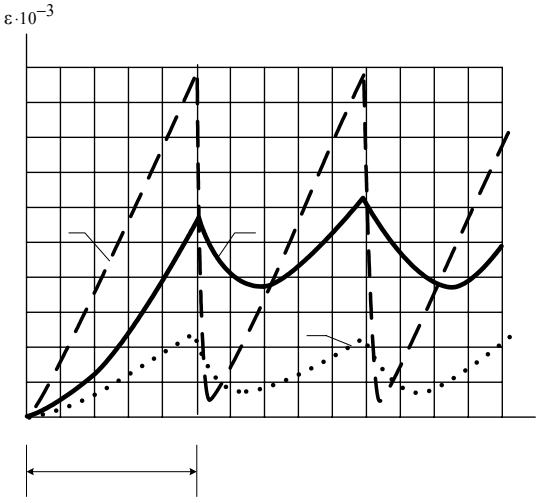

Рис. 1. Изменение относительного удлинения вязкоупругого полотна в роликовой зоне обработки. 1. v = 2 м/с; τ = 0,01 с. 2. v = 2 м/с; τ = 0,5 с. 3. v = 0,5 м/с; τ = 0,5 с.

Выполнено исследование влияния натяжения ткани на ее деформацию при вариации ее модуля упругости и транспортировании в безроликовой зоне с датчиком натяжения, установленным между двумя валковыми парами.

В процессе моделирования приводные устройства валковых пар приняты апериодическими звеньями первого порядка. Натяжение ткани измерялось датчиком натяжения, расположенным на входе приводного устройства подающей валковой пары. В результате исследования было выявлено, что при условии стабилизации натяжения полотна изменение модуля упругости ткани приводит к изменению ее вытяжки. Причем, чем больше модуль упругости полотна, тем меньше его вытяжка, а более вязкое и менее упругое полотно вытягивается больше при одинаковом натяжении. Это объясняется тем, что для поддержания натяжения менее упругой ткани система должна создавать большую относительную разность скоростей между ведущей и ведомой валковыми парами, что и приводит к повышенной вытяжке.

Исследование одномассовой зоны обработки, включающей в себя приводные валковые пары и установленный между ними направляющий ролик, имеющий момент инерции $J_р$ и радиус $R_р$ (рис. 2), где E – модуль упругости ткани; l – длина ткани между роликом и валковыми парами; $\beta_с$ – коэффициент, учитывающий силы сосредоточенного трения; $T_1 = \frac{l}{v}$; $H_р(s)$ – блок задания скорости, выполнено методом математического моделирования с использованием программного комплекса МИК-АЛ.

В результате моделирования установлено, что при синхронном увеличении скоростей v_1 подающей и v_2 тянульной валковых пар наблюдается запаздывание в нарастании натяжения F_1 на участке зоны перед направляющим роликом, обусловленное его моментом инерции $J_р$ и упругими свойствами ткани. Чем дальше отстоит ролик от подающей валковой пары и чем больше $J_р$, тем больше время запаздывания. Установлено также, что с увеличением сил распределенного трения уменьшаются колебания натяжения в переходных процессах при пуске. Характерно, что наибольшая колебательность наблюдается при расположении направляющего ролика вблизи выбирающей валковой пары.

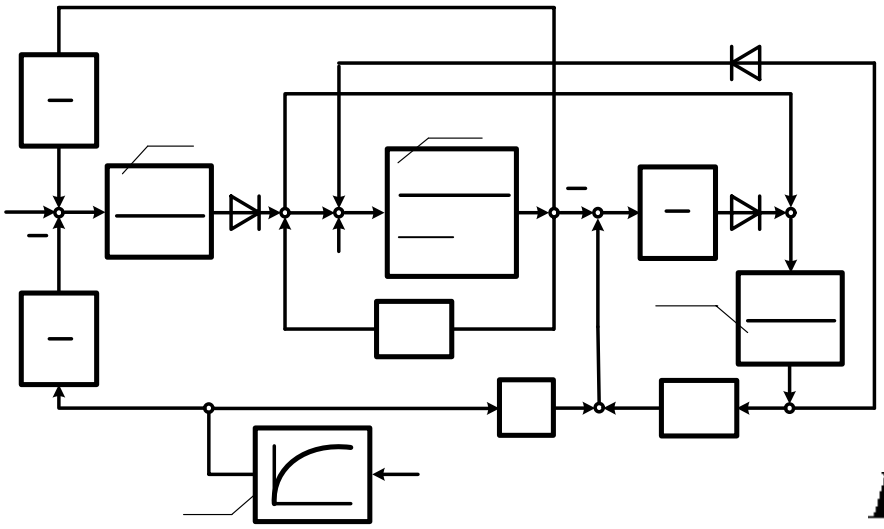

Рис. 2. Структурная схема зоны деформации ткани с учетом действующих сил трения.

Исследования многороликовых зон в динамических режимах работы показали, что с ростом числа направляющих роликов в зоне обработки, уменьшается колебательность переходных процессов при пуске и торможении. Для практических расчетов многовалковых машин, как показали результаты исследования их частотных характеристик и весовых функций, при числе роликов $n > 5$ имеется возможность использовать их упрощенные передаточные функции.

В третьей главе выполнено исследование многороликовой зоны с двумя приводными устройствами и автоматической системой стабилизации натяжения ткани. Особое внимание уделяется анализу процесса пуска зоны на рабочую скорость вследствие возникновения в этот период времени неблагоприятных условий, вызывающих уменьшение натяжения полотна.

Показано, что точность стабилизации натяжения ткани с увеличением его заданного значения уменьшается. Уменьшение модуля упругости полотна вызывает увеличение колебательности системы стабилизации его натяжения. Условием отсутствия складкообразования является апериодический переходный процесс изменения натяжения. В связи с этим показано, что при

водное устройство должно обладать необходимым быстродействием, обеспечивающим возможность отработки скоростного рассогласования подающей валковой парой.

Из полученной зависимости максимально возможного времени коррекции скорости

$$t_{\text{доп}} = T_{\text{т}} \ln \frac{F_{\text{н}} - F_{\text{уст}}}{F_{\text{уст}}},$$

где $T_{\text{т}} = \frac{l}{v}$, l – длина ткани в зоне деформации; v – скорость движения ткани, видно, что, чем меньше начальное натяжение $F_{\text{н}}$ по сравнению с установившимся $F_{\text{уст}}$, тем большим быстродействием должно обладать приводное устройство. В связи с этим коэффициент усиления замкнутого по натяжению ткани устройства его стабилизации необходимо изменять в зависимости от этих параметров для получения апериодического переходного процесса при минимальном времени $t_{\text{доп}}$.

При исследовании динамики многомассовой зоны обработки установлено, что распределенная составляющая трения, а также увеличение числа направляющих роликов оказывают демпфирующее влияние на переходные процессы натяжения. Важное значение имеет так же выбор параметров упругого элемента петлеобразователя в зависимости от модуля упругости ткани и ее вязких свойств.

Получена аналитическая зависимость, позволяющая выбрать жесткость $C_{\text{п}}$ упругого элемента петлеобразователя с учетом параметров ткани в виде:

$$C_{\text{п}} = \frac{E\kappa_v \kappa_{\text{г}}^2}{\tau},$$

где: $\kappa_v = \frac{1}{v}$; $\kappa_{\text{г}}$ – коэффициент, учитывающий угол охвата тканью измерительного ролика петлеобразователя.

В четвертой главе представлены результаты исследования основных принципов построения устройств стабилизации натяжения ткани в многовалковых машинах. В результате анализа математической модели устройства стабилизации натяжения с централизованной компенсацией технологических возмущений установлено незначительное влияние сосредоточенных сил трения на передаточную функцию петлеобразователя, что упрощает расчет его параметров.

В многовалковых машинах с числом роликов $n > 5$ выявлено значительное ослабление связи между натяжениями ткани на входе и выходе зоны обработки, что позволяет пренебречь в расчетах натяжением на входе, а роликовую зону рассматривать как самостоятельный источник возмущений. Анализ динамических характеристик также показал, что увеличение модуля упругости ткани сопровождается ростом колебательности системы стабилизации натяжения и уменьшает ее запас устойчивости, что в свою очередь является причиной роста натяжения на выходе зоны обработки.

В результате моделирования трехроликовой зоны обработки с централизованным приводом роликов от моментных двигателей, направленный граф которой представлен на рис. 3, установлено, что неточность кинематических параметров передаточного механизма и роликов, а также момент инерции моментного двигателя влияют на неконтролируемое уменьшение натяжения внутри зоны обработки. Применение редуктора с большим передаточным отношением позволяет уменьшить влияние момента инерции приводного двигателя.

При разгоне роликовой зоны в процессе пуска машины целесообразно создавать задержку времени начала движения подающей валковой пары, что предотвращает возможное уменьшение натяжения. В момент торможения необходимо , чтобы раньше началось торможение роликовой зоны.

При исследовании динамики пары трения «ткань – ролик» выявлено, что при определенных моментах трения в цапфах ролика происходит периодическое проскальзывание ткани по его поверхности, которое сопровождается скачкообразными изменениями натяжения. Причем в набегающий на ролик ткани наблюдается ослабление натяжения до недопустимого уровня.

Указанное явление наиболее выражено при малых модулях упругости полотна и коэффициенте трения между ним и рубашкой ролика.

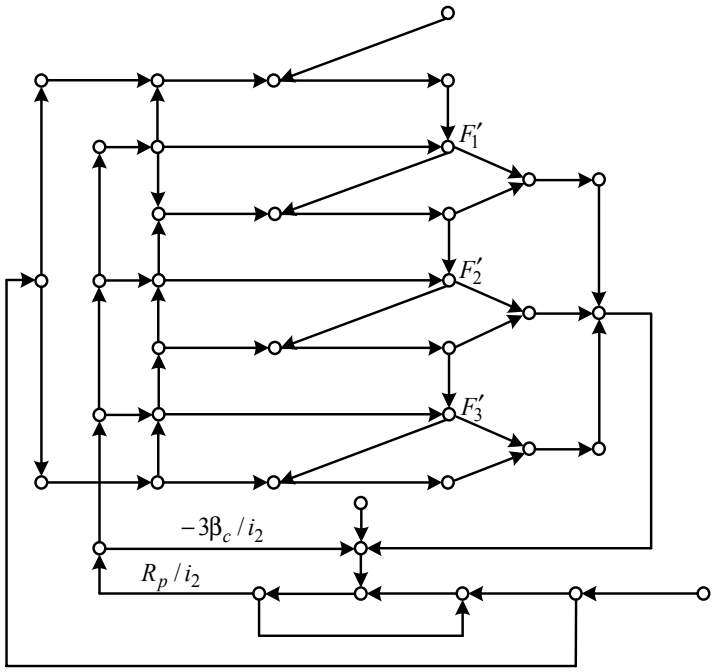

Рис. 3. Направленный граф роликовой зоны и ее приводного устройства.

Выявлено уменьшение тягового усилия приводного ролика при увеличении скорости движения ткани, в результате чего необходимо увеличивать натяжение в зоне обработки во избежание недопустимого проскальзывания полотна по поверхности ролика.

Пятая глава посвящена экспериментальным исследованиям процесса деформации ткани в роликовой зоне, выполненным на лабораторном стенде. Стенд представляет собой два приводных барабана, с одного из которых ткань перематывается на другой через систему направляющих роликов. Для стабилизации натяжения на заданном уровне использовался петлеобразователь с упругим элементом. Конструкция одного из направляющих роликов позволяет изменять его момент инерции посредством сменных калиброван-

ных дисков, устанавливаемых на его оси. Частота вращения ролика измерялась с помощью тахогенератора и импульсного датчика типа ВЕ178Л5, кинематически жестко связанных с его осью вращения.

В качестве чувствительного элемента датчика натяжения использовался импульсный датчик ВЕ51В.

Электропривод барабанов выполнен от двигателей постоянного тока типа ПЛ-062 ($U_н$ = 110 В, $P_н$ = 90 Вт, $n_н$ = 1500 об/мин), получающих питание от широтно-импульсных преобразователей. Система электропривода построена на основе принципа подчиненного регулирования координат (тока якоря, частоты вращения вала и натяжения полотна). В качестве датчиков скорости двигателя используются тахогенераторы типа ТГП-1. Выходы датчиков частот вращения ролика и валов двигателей, натяжения полотна подключены к плате связи с ПЭВМ IBM PC, осуществляющей оперативный контроль и масштабирование измеряемых координат.

Эксперимент включал в себя проверку и тарирование датчиков, определение параметров электродвигателей, моментов инерции роликов, коэффициентов усиления преобразователей, определение на основе пускового и тормозного режимов двигателей их электромеханических постоянных времени и передаточных функций, проверку правильности принятой в теоретических исследованиях математической модели роликовой зоны и петлеобразователя, исследование влияния момента инерции направляющих роликов на натяжение полотна в переходных процессах с учетом возможного при этом режиме упругого скольжения полотна по поверхности ролика.

Параметры экспериментальной установки: диаметры барабанов – 0,12 м; коэффициент передачи редуктора между валом двигателя и барабаном – 19,8; ширина ткани – 0,08 м; модуль упругости ткани, приведенный к ее ширине – 80 Н/м; натяжение ткани – 40 Н; диаметр направляющего ролика – 0,32 м; скорость движения ткани – 0,5 м/с; жесткость упругого элемента датчика натяжения – 10 Н/м.

Приведены расчетные зависимости натяжения полотна при пуске экспериментальной установки на рабочую скорость, подтверждающие правильность принятой в расчетах математической модели зоны деформации ткани, а

также рекомендации и методики по определению минимального заданного натяжения полотна из условий быстродействия контура его стабилизации в переходных процессах.

ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Действие приводных устройств многовалковых механизмов, обеспечивающих малонатяжную проводку ткани, наиболее эффективно при использовании эластичных кинематических связей между направляющими роликами, а также замкнутых систем регулирования ее натяжения, компенсирующих действующие на ткань распределенные и сосредоточенные силы трения.

2. Установлено, что в условиях полной компенсации сосредоточенных сил трения в роликовой зоне натяжение ткани, вызывающее ее вытяжку, имеет пилообразную форму распределения по длине полотна, обусловленную его вязкими свойствами. При этом имеет место накопление остаточной деформации ткани на участках роликовой зоны, возрастающей с увеличением скорости ее движения.

3. В результате анализа переходных процессов деформации ткани в зоне обработки установлено соотношение ее параметров и параметров устройства стабилизации натяжения полотна, соответствующее границе монотонного апериодического изменения натяжения при отработке скоростных рассогласований, исключающее его недопустимое ослабление.

4. Результаты моделирования автоматической системы регулирования натяжения ткани, включающей в себя многороликовую зону и петлеобразователь (датчик натяжения), позволяют рекомендовать ее для использования в инженерных расчетах.

5. Установлено, что требование к быстродействию устройства стабилизации натяжения зависит от уровня задания натяжения, скорости движения полотна, его длины в зоне обработки и массы направляющих роликов.

6. В результате анализа частотных характеристик петлеобразователя с упругим элементом установлена зависимость чувствительности его динами-

ческих характеристик от вязкоупругих свойств полотна и скорости его движения.

7. Показано, что в многовалковых машинах при числе направляющих роликов в зоне деформации больше пяти, отсутствует существенная связь между натяжением ткани на входе и выходе зоны, что позволяет значительно упростить расчеты при проектировании устройства стабилизации натяжения.

ПУБЛИКАЦИИ, ОТРАЖАЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи

1. Глазунов, А.В. К выбору натяжения ткани в зоне деформации [Текст] / А.В. Глазунов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997. – № 4. – С. 97 – 101.

2. Глазунов, А.В. Стабилизация натяжения ткани в многомассовой зоне обработки [Текст] / А.В. Глазунов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997. – № 6. – С. 106 – 109.

3. Глазунов, А.В. К расчету приводных устройств роликовых машин для обработки ткани [Текст] / А.В. Глазунов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998. – № 3. – С. 94 – 98.

4. Глазунов А.В. О формировании натяжения ткани в роликовых зонах обработки [Текст] / А.В. Глазунов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998. – № 5. – С. 93 – 96.

5. Глазунов, А.В. Анализ влияния трения в цапфах роликов на натяжение ткани в зоне обработки [Текст] / А.В. Глазунов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000. – № 2. – С. 109–113.

6. Глазунов, А.В. О регулировании натяжения ткани в многомассовой зоне обработки [Текст] / А.В. Глазунов, В.Т. Филичев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000. – № 6. – С. 92–97.

7. Глазунов, А.В. Математическое моделирование динамики однороликовой зоны транспортирования ткани с учетом сил трения [Текст] / А.В. Глазунов,

В.Т. Филичев // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003. – № 1. – С.119–122.

Материалы научных конференций и тезисы докладов

8. Спичков, Ю.П., Глазунов, А.В. К выбору натяжения ткани в системе электропривода текстильных машин [Текст] / Ю.П. Спичков, А.В. Глазунов // VIII Бенардосовские чтения: тез. докл. международ. научн.-техн. конф./ Иваново: ИГЭУ, 1997. – С. 192.

9. Глазунов, А.В. К выбору математической модели роликовой машины для отработки ткани [Текст] / А.В. Глазунов // Теория и практика разработки оптимальных технологических процессов и конструкций в текстильном производстве. Прогресс-97: тез. докл. международ. научн.-техн. конф./ Иваново: ИГЭУ, 1997. – С. 257.

10. Глазунов, А.В. Компенсация сил распределенного и сосредоточенного трения в роликовых зонах текстильных машин [Текст] / А.В. Глазунов // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности. Прогресс-98: тез. докл. международ. научн.-техн. конф./ Иваново: ИГЭУ, 1998. – С. 390.

11. Глазунов, А.В. Математическое моделирование процесса транспортирования ткани в многовалковых зонах обработки [Текст] / А.В. Глазунов // Современные наукоемкие и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности. Прогресс-99: тез. докл. международ. научн.-техн. конф./ Иваново: ИГЭУ, 1999. – С. 404.

12. Глазунов, А.В. О приводных устройствах многовалковых зон текстильных машин [Текст] / А.В. Глазунов // Состояние и перспективы развития электротехнологии. IX Бенардосовские чтения: тез. докл. международ. научн.-техн. конф./ Иваново: ИГЭУ, 1999. – С.216.

13. Глазунов, А.В., Курнышев, Б.С. Анализ динамических характеристик зоны деформации ткани с учетом технологических возмущений [Текст] / А.В. Глазунов, Б.С. Курнышев // Молодые ученые – развитию текстильной и лег-

кой промышленности. Поиск-2000: тез. докл. межвузов. научн.-техн. конф. аспирантов, магистров и студентов/ Иваново: ИГЭУ, 2000. – С. 122.

14. Глазунов, А.В. Моделирование процессов деформации вязкоупругих материалов в многомассовых зонах отработки [Текст] / Глазунов А.В. // Современные наукоемкие и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности. Прогресс-2001: тез. докл. международ. научн.-техн. конф./ Иваново: ИГЭУ, 1999. – С. 303.

15. Глазунов, А.В. Управление натяжением ткани при пуске многовалковой текстильной машины [Текст] / А.В. Глазунов // Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности. Поиск – 2005: тез. докл. межвузовской научн.-техн. конф. аспирантов, магистров и студентов / Иваново: ИГТА, 2005. − С. 94.

16. Глазунов, А.В., Спичков, Ю.П.. Управление натяжением ткани в переходных режимах при обработке ее в расправку [Текст] / А.В.Глазунов, Ю.П. Спичков // Состояние и перспективы развития электротехнологии. XII Бенардосовские чтения: тез. докл. международн. научно-техн. конф. / Иваново: ИГЭУ, 2005. −С. 190.

17. Пат. 47376 Российская Федерация, МПК^{7} Д 068 3/36. Устройство для выравнивания натяжения ткани в отделочной машине. [Текст] / Глазунов А.В.; заявитель и патентообразователь Иванов. госуд. энергетич. университет. – № 2005103909/22; заявл. 14.02.05; опубл. 27.08.05, бюл. № 24 - 2 с.: ил. 1.