

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО
КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФОРМЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПАКОВОК**

**DEVELOPMENT A SOFTWARE AND HARDWARE
COMPLEX FOR ASSESSING THE FORM OF TEXTILE PACKAGING**

М.Н. НУРИЕВ

M.N. NURIYEV

(Азербайджанский государственный экономический университет UNEC)

(Azerbaijan State Economic University UNEC)

E-mail: mehman62@mail.ru

Проведен анализ свойств текстильных паковок и разработана их классификация. Установлено, что целый ряд технологических параметров определяется структурой намотки. Проведен анализ методов оценки технологических параметров текстильных паковок. На основе анализа разработана их классификация, позволившая выделить наиболее перспективные направления для создания программно-аппаратного комплекса. Предлагаемый комплекс дает возможность наиболее полно оценивать качество паковок на различных этапах текстильного производства. Работа программно-аппаратного комплекса основана на методах технического зрения в сочетании с методом теневой проекции сечения. Первичная информация о форме паковки передается в программную часть для обработки. В результате работы комплекса формируется трехмерная модель текстильной паковки, содержащая полную информацию о ее структуре и наиболее важных технологических параметрах. Проведенные экспериментальные исследования партии паковок на предложенном программно-аппаратном комплексе показывают соответствие полученных результатов анализа результатам экспертной оценки. Рассмотрено влияние выявленных пороков на структуры намотки, свойства паковок крестовой намотки и их способность к дальнейшей переработке.

The properties of textile packages have been analyzed and their classification has been developed. It has been established that a number of process parameters are determined by the winding structure. The analysis of methods for assessing the process parameters of textile packages has been carried out. Based on the analysis, their classification has been developed, which has made it possible to identify the most promising areas for creating a hardware and software complex. The proposed complex allows for the most complete assessment of the quality of packages at various stages of textile production. The operation of the hardware and software complex is based on machine vision methods in combination with the method of shadow projection of the section. Primary information on the shape of the package is transferred to the software part for processing. As a result of the complex's operation, a three-dimensional model of the textile package is formed, containing complete information on its structure and the most important process parameters. The experimental studies of a batch of packages on the proposed hardware and soft-

ware complex show that the obtained analysis results correspond to the results of the expert assessment. The influence of the identified defects in the winding structure and the properties of cross-wound packages and their ability for further processing are considered.

Ключевые слова: текстильная паковка, геометрические и специальные свойства, метод теневой проекции, крестовая намотка.

Keywords: textile packaging, geometric and special properties, shadow projection method, cross winding.

Введение

Эффективность текстильного производства во многом определяется качеством полуфабрикатов, формируемых на каждом этапе технологического процесса. Повсеместный поэтапный контроль качества является одной из составляющих системы менеджмента качества по ИСО 9000.

Пряжа, нити, ткани, трикотажные и нетканые полотна и полуфабрикаты текстильного производства представляют собой длинномерные материалы, которые на каждом переходе сматывают с входной паковки и наматывают на выходную паковку. При этом от качества паковки в значительной мере зависит качество намотанного материала и эффективность процесса на каждом технологическом переходе.

Влияние параметров намотки на качество наматываемого материала связано с тем, что в теле паковки материал находится в определенном напряженном состоянии, вызванном намоточным натяжением и взаимодействием с рабочими органами машины. Под действием этого напряженного состояния происходят изменения в структуре материала, которые могут сказаться на качестве готового изделия, например, повышенная неровнота пряжи, вызванная неконтролируемой вытяжкой ровницы; полосатость в трикотажных изделиях и тканях из химических нитей, вызванная релаксацией нитей, находящихся в разных слоях намотки и имеющих разное начальное натяжение и т. д.

От качества намотки зависит эффективность самого технологического процесса. Это объясняется тем, что дефекты намотки часто являются причиной обрыва тек-

стильного продукта. При этом для устранения обрыва останавливают либо машину, либо одно рабочее место. В любом случае увеличивается время простоев оборудования.

Форма паковки оказывает существенное влияние на ее пригодность к переработке. Теоретически и экспериментально показано, что нарушения формы паковки приводят к неравномерности натяжения нити при ее сматывании [1...6]. В работах [7...11] отмечается, что нарушения формы паковки являются источником кинематического возбуждения колебаний в мотальном механизме, которые отрицательно сказываются на его работе. В этих работах и ряде других приводятся методы контроля формы паковок, описываются конструкции устройств для их реализации.

Основы математического моделирования структуры намотки заложены в работах [10, 11]. Большое внимание влиянию конструктивных параметров мотального механизма на структуру намотки уделяется в трудах [12]. Итогом исследований в этом направлении является разработка программных методов, ориентированных на применение вычислительной техники [13, 14...16]. Некоторые из них использованы при создании приборов, например, прибора фирмы Rohtschild АВА-3060, предназначенного для отладки конструктивных параметров мотальных механизмов в условиях экспериментального производства.

В СНГ разработка подобных устройств проводилась в том числе и автором настоящего исследования [16...21]. Работа созданного анализатора текстильных паковок (АСН) основана на том, что рельеф по-

верхности паковки тесно связан со структурой намотки при соответствующем диаметре наматывания.

Наиболее распространенный тип текстильных паковок – бобины крестовой намотки. При выборе рациональных конструктивных параметров мотальных механизмов и технологических режимов наматывания необходим учет свойств паковки крестовой намотки: ее формы, структуры и напряженно деформированного состояния тела намотки.

Отклонения формы паковки могут вызывать кинематическое возбуждение упругой системы мотального механизма. Свойства тел намотки, которые влияют на работу мотального механизма, необходимо учитывать при разработке нового мотального оборудования, поэтому методы их определения, безусловно, представляют интерес.

Для более полного и систематического представления о свойствах текстильных

паковок предложена схема классификации свойств текстильных паковок и характеризующих их показателей (табл. 1).

Таблица поделена на четыре группы колонок. В первой отображены свойства паковок, а во второй – показатели, которыми характеризуются эти свойства. В третьей колонке знаками «+» и «-» показаны управляемость соответствующего свойства или ее отсутствие (принадлежность к основным или дополнительным свойствам соответственно). В четвертой колонке приводятся сведения о возможности контроля соответствующего показателя в ходе технологического процесса. Этот показатель является чрезвычайно важным, т. к. позволяет вводить в состав машины систему автоматического управления по соответствующему показателю и формировать паковки с требуемым уровнем его значения.

Т а б л и ц а 1

Свойства			Показатели		Осн (+), доп (-)	Контроль
Общие	геометрические		Размеры		+	+
			Отклонения размеров		+	-
			Форма		+	-
			Отклонения формы	Отклонение от конусности	+	-
				Отклонение от цилиндричности (биение, огранка)	+	-
				Непрямолинейность образующей	+	-
		Отклонение торца от плоскости		+	-	
		Шероховатость поверхности		+	-	
	структурные		Шаг витков		+	-
			Угол подъема витка		+	-
			Расстояние между точками разворота витков		+	-
			Расстояние между витками		+	+
		Степень фиксации витков		-	-	
Общие	физические деформационные	Упругие	Жесткость		-	-
			Модули упругости		-	-
			Коэффициент Пуассона		-	-
		Пластические		-	-	
	Эластические		-	-		

Специфические		Сопrotивление проникновению инородного тела	Твердость	Средняя	+	-		
				Распределение твердости по радиусу	+	-		
				Распределение твердости по образующей	+	-		
	фрикционные	При скольжении	Коэффициент трения покоя	Коэффициент трения скольжения		-	-	
						-	-	
		При качении	Коэффициент трения качения	Коэффициент аэродинамического сопротивления		-	-	
						-	-	
	напряженно-деформированного состояния		Междуслойные давления	Перемещение слоев		-	-	
						-	-	
		Плотность намотки	Средняя	Распределение плотности намотки	Вдоль радиуса	Вдоль образующей	+	-
							+	-
							+	-
	инерционные		Момент инерции массы	Дисбаланс		-	-	
						-	-	
		фильтрационные	Водопроницаемость	Коэффициент гидравлического сопротивления	Неравномерность коэффициента гидравлического сопротивления	Внутри паковки	+	-
Между паковками						+	-	
Воздухопроницаемость			Коэффициент проницаемости	Неравномерность коэффициента проницаемости	Внутри паковки	+	+	
					Между паковками	+	-	
		Устойчивость формы	Отклонение формы паковки после воздействия вибрации в регламентированных условиях			+	-	
						+	-	
		Разматываемость	Коэффициент вариации натяжения при разматывании в регламентированных условиях	Количество пиковых значений натяжения нити, превышающих установленный уровень, при подсчете их за определенное время при разматывании в регламентированных условиях	Гистограмма натяжения нити при разматывании в регламентированных условиях		-	-
							-	-
							-	-

Методы исследования

Анализ методов и средств контроля геометрических размеров и формы паковок показал, что контактные методы, основанные на использовании щупов, контактирующих с контролируемой поверхностью паковки, имеют ряд существенных недостатков. Это в первую очередь систематические погрешности, связанные с тем, что тело намотки, образованное нитями, имеет малую твердость поверхности, вследствие чего происходит внедрение щупов в тело намотки. Другим недостат-

ком является то, что контроль формы производится только в некоторых точках поверхности, что не позволяет получить полной информации о форме исследуемого объекта. Еще одним существенным недостатком является большая продолжительность времени контроля, обусловленная необходимостью установки бобины в положение для контроля, подведением щупов, съемом показаний и их обработкой. Введение специальных механических, гидравлических или электрических устройств для расчета обобщенного пока-

зателя, характеризующего форму объекта, не позволяет существенно снизить время контроля, т. к. измерения проводятся последовательно в ряде точек, что требует переустановки бобины для каждого последующего измерения.

Анализ оптических методов контроля формы показал, что исходно они базировались на получении сигнала от одного или нескольких фотоэлементов с несложной обработкой, реализуемой с помощью логических схем. Системы, реализующие такие методы анализа формы паковок, являются малоэффективными, т. к. они позволяют получать данные о форме в весьма ограниченном количестве точек либо усредненные данные обо всей паковке в целом, которые оказываются малоинформативными.

В последнее время в связи с развитием цифровых технологий стали доступны технические средства (цифровые камеры, WEB-камеры и т.д.), позволяющие получать оцифрованное изображение паковок. Такое изображение содержит достаточно полную информацию не только о форме паковки, но и о структуре намотки в ее наружном слое. Считывание изображения происходит с достаточно большой скоростью – 25 кадров в секунду и выше, что позволяет получить информацию о форме паковки не только в плоскости наблюдения, но и в объеме. В этом случае стоит задача выделения из большого объема информации необходимых для анализа формы паковки данных. Решение такой задачи осуществляется средствами автоматизированного распознавания образов, реализуемыми в виде программного обеспечения. Из всех известных методов получения первичной информации о форме исследуемого объекта наиболее приемлемым для анализа формы паковок является метод теневой проекции сечений в сочетании со средствами автоматизированного распознавания образов.

Результаты исследований

Проведем теоретический анализ контроля профиля образующих паковок крестовой намотки методом теневой проекции сечения. На рис. 1 представлена схема

формирования изображения профиля поверхности при освещении ее параллельным пучком света, направленным вдоль оси $O_1 - O_1$ под углом α к нормальной плоскости. Часть пучка света отсекается непрозрачной шторкой Ш, в результате чего на поверхности формируется тень, повторяющая ее профиль. Изображение тени фиксируется прибором наблюдения, оптическая ось $O_2 - O_2$ которого направлена под углом β к нормальной плоскости.

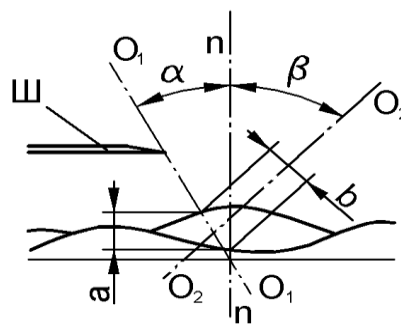


Рис. 1

Полученное изображение тени отличается от реального профиля на масштаб преобразования, который можно рассчитать по формуле

$$M = \sqrt{1 + \left(\frac{L}{H}\right)^2} \sin \left(\phi + \arcsin \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{L}{H}\right)^2}} \right) \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \alpha}, \quad (1)$$

где ϕ – угол наклона плоскости, проходящей через прямые $O_2 - O_2$ и $O_1 - O_1$ к нормали $n-n$; H – наибольшая наблюдаемая высота профиля; L – ширина поля зрения прибора наблюдения.

Анализ зависимости масштаба преобразования профиля от конструктивных параметров устройства позволил выявить основные параметры, влияющие на процесс получения первичных данных методом теневой проекции: кривизна края тени на поверхности паковки, смещение осветителя, смещение бобины, поворот шторки.

Определено, что погрешность, вызванная кривизной изображения края тени, является систематической. Установлен закон ее образования. Данная погрешность

учтена при разработке программного обеспечения.

Сформулированы основные требования, которым должно отвечать устройство наблюдения, входящее в состав аппаратного комплекса для контроля формы паковок. В результате в качестве устройства наблюдения выбрана цифровая камера с возможностью записи видеороликов. Разработан программно-аппаратный комплекс для контроля геометрических параметров текстильных паковок. Схема устройства для получения первичных данных о форме паковки приведена на рис. 2.

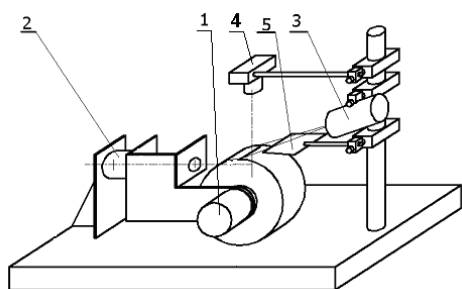


Рис. 2

Устройство состоит из бобинодержателя с приводом бобины 1, который может поворачиваться на стойке 2 и фиксироваться в двух положениях для контроля боковой и торцевых поверхностей бобины, осветителя 3, цифровой камеры 4 и шторки 5. Регистрация первичной информации о профиле каждой бобины проводится в режиме съемки видеоролика трижды: для двух торцевых и боковой поверхности за время одного оборота бобины. Полученные видеоролики передаются через порт USB в компьютер и сохраняются на жестком диске в формате MOV. Их дальнейшая обработка осуществляется с помощью специального программного обеспечения, которое реализует следующие алгоритмы: определение масштаба изображения; разбивка видеороликов на кадры; поиск изображения паковки в кадре; фильтрация изображения от помех; получение координат профиля паковки; построение трехмерной модели паковки; расчет единичных и комплексного показателей качества паковки по ее форме.

Масштаб изображения определяется на основании данных о длине мерного отрезка, границы которого на изображении вводятся оператором с помощью манипулятора «мышь». Для разбивки видеоролика на кадры используется библиотека пакета QuickTime.

Поиск изображения в кадре реализован двумя способами. При первом способе оператор должен указать точку, принадлежащую бобине. При втором способе проводится последовательный просмотр изображения по столбцам. Если за найденным в каком-либо столбце пикселем с цветом бобины следует столбец, в котором пиксель с цветом бобины имеет координату, отличающуюся от координаты пикселя в предыдущем столбце на величину не более заданной, то считается, что первый и все последующие столбцы содержат изображение бобины. Первый способ требует вмешательства оператора, но меньшего времени для реализации задачи.

Фильтрация изображения от помех также реализована двумя способами. Более быстрым является второй способ, в котором фильтрация совмещена с определением координат точек на границе профиля исследуемой паковки.

По описанным алгоритмам производится определение координат профиля двух торцов бобины и ее боковой поверхности, после чего в памяти компьютера формируется массив информации о координатах точек поверхности бобины с достаточно мелким шагом, который содержит полную информацию о размерах и форме исследуемой паковки. Эта информация может использоваться для построения визуальной трехмерной модели паковки и для расчета единичных показателей, характеризующих отдельные дефекты намотки.

Для построения графической модели профили сечений паковки располагаются в плоскостях, полученных поворотом каждой последующей плоскости по отношению к предыдущей на угол

$$\psi = \frac{360^\circ}{n}, \quad (2)$$

где n – количество кадров, снятых за один оборот паковки.

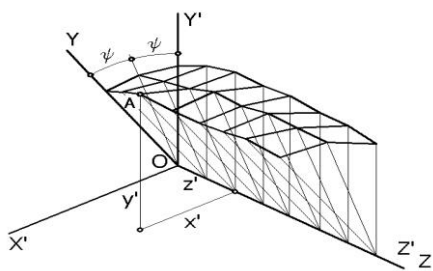


Рис. 3

Схема формирования трехмерной модели паковки приведена на рис. 3. После обработки результатов измерений профили паковки получены в координатах YOZ . Трехмерная модель паковки строится в системе координат $OX'Y'Z'$. Ось OZ' совпадает с осью OZ . Плоскость YOZ для каждого сечения получается поворотом плоскости $Y'OZ'$ относительно оси OZ' на угол $n\psi$, где n – номер профиля.

Точка A , имеющая на профиле, т. е. в системе координат YOZ , координаты y, z , в системе координат $OX'Y'Z'$ будет иметь координаты x', y', z' , которые можно рассчитать по формулам:

$$\begin{aligned} x' &= y \cos n\psi, \\ y' &= y \sin n\psi, \\ z' &= z. \end{aligned} \quad (3)$$

Визуальное построение модели реализовано с использованием библиотеки OpenGL. Трехмерная визуальная модель паковки, полученная с помощью разработанного ПО, представлена на рис. 4.

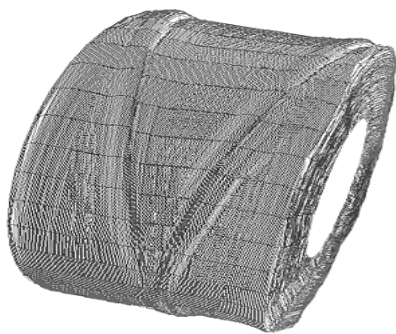


Рис. 4

Для проверки эффективности методики оценки уровня качества структуры намотки проведен анализ паковок, формируемых на прядельно-крутильной машине ПК-100МЗ. В ходе эксперимента были сформированы 2 партии по 5 паковок. С помощью системы оценки качества структуры намотки для каждой из них получены диаграммы, представляющие распределение дефектов намотки и их кратности в зависимости от диаметра наматывания, а также диаграмма, характеризующая влияние выявленных жгутов и лент на уровень качества паковки в целом. Кроме того, произведен подсчет дефектов вручную. Сравнение диаграмм, полученных с помощью программно-аппаратного комплекса и вручную, доказывает большую информативность и точность автоматизированного анализа структуры намотки (табл. 2).

Таблица 2

$\mu(d)$	Качественная оценка
$(0,83...1]$	Плохое качество
$(0,33...0,83]$	Среднее качество
$[0...0,33]$	Высокое качество

Для подтверждения воспроизводимости процесса определения показателя уровня качества намотки с помощью программно-аппаратного комплекса в одних и тех же условиях нарабатывались две партии паковок. Анализ дисперсий выборок по критерию Фишера показал, что различие между дисперсиями статистически незначимо. Анализ разницы средних по критерию Стьюдента показал, что процесс воспроизводим.

При наладке технологического оборудования, установленного на производстве, и особенно при создании новых конструкций возникает задача обоснованного выбора технологических параметров, обеспечивающих формирование бобин заданного качества. Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет решить эту задачу.

С целью повышения качества намотки на прядельной самокруточной машине ПСК-225ШГ в ходе настоящей работы предложено новое устройство для рассеи-

вания дефектов структуры намотки, защищенное патентом РФ № 63341.

В ходе эксперимента исследовалось влияние периодического увеличения диаметра мотального барабанчика на возможность устранения дефектов намотки в виде жгутов и лент. Полученные с помощью программно-аппаратного комплекса результаты анализа изображений – значения показателя суммарного негативного влияния дефектов намотки – использовались как входные параметры. В качестве факторов использовались значения увеличения диаметра мотального барабанчика Δd_B и период увеличения его диаметра T . Эксперимент проводился по плану ЦКРЭ с ядром ПФЭ-2², в результате обработки которого получена адекватная регрессионная модель

$$\mu_y = 13,7 - 0,59x_1 + 0,82x_2 - 0,46x_1x_2 + 13,1x_1^2 + 12,3x_2^2, \quad (4)$$

где x_1 – кодированное значение увеличения диаметра мотального барабанчика; x_2 – кодированное значение периода увеличения диаметра барабанчика.

Анализ модели показал, что наибольший эффект по устранению дефектов структуры намотки достигается при значениях уровней факторов, близких к центру плана, т.е. при следующих значениях управляемых параметров: $\Delta d_B=1$ мм и $T=22,5$ хода нитеводителя. Суммарное значение негативного влияния дефектов намотки в этом случае снижается в 3,5 раза.

ВЫВОДЫ

1. На основе системного подхода разработана классификация свойств паковок крестовой намотки, учитывающая требования к ним со стороны технологов и разработчиков текстильного оборудования, установлены связи между показателями, характеризующими основные, дополнительные и комплексные свойства паковок.

2. Разработан программно-аппаратный комплекс, включающий устройство для получения исходных данных в виде видеороликов с изображением паковки, и

программное обеспечение для получения данных о форме паковки и построения ее трехмерной модели.

3. Сочетание метода теневой проекции и средств автоматизированного распознавания образов позволило создать систему контроля формы паковки, которая может использоваться для комплексной оценки ее геометрических параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Praček S., Pušnik N., Simončič B. and Tavčer Petra F. Model for Simulating Yarn Unwinding from Packages, Fibres and Textiles in Eastern Europe, 2015, vol. 23, no. 2(110), pp. 25...32. – <http://www.fibtex.lodz.pl/article1407.htm>
2. Liangxue L. Control System for Textile Winding Machine Convenient for Loading of Bobbin. IPC: B65H54/547, B65H63/00, B65H67/04, CN104386539 (A), 2015.
3. Shams Nateri A., Ebrahimi F. and Sadeghzade N. Evaluation of Yarn Defects by Image Processing Technique, Optik – International Journal for Light and Electron Optics, vol. 125, no. 20, pp. 5998-6002, 2015. – <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-007d0bde-22f9-3e47-907f-01d858611d91>
4. Рудовский П.Н. Анализ структуры намотки при фрикционном наматывании // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 1995. № 4 (226). С. 56...59.
5. Jianhui F., Jaedeuk Y., Jeong-Suk K. and Yoongho J. Real-Time Graphic Visualization of Filament Band Winding for Fiber-Reinforced Cylindrical Vessels // Journal of Composite Materials, 2015, vol. 50, no. 16, pp. 2165...2175. – <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0021998315602325>
6. Рудовский П.Н. Теоретические основы формирования технологической оценки паковок при фрикционном наматывании: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Кострома, 1996.
7. Patent No. cn 201410607590 (2015). Control System for Textile Winding Machine Convenient for Loading of Bobbin.
8. Trisch R., Gorbenko E., Dotsenko N. and Kiporenko G. Development of Qualimetric Approaches to the Processes of Quality Management System at Enterprises According to International Standards of the ISO 9000 servis, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, vol. 4, no. 3(82), pp. 18...24, 2016. – <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/75503>
9. Рудовский П.Н. Влияние параметров namotочного механизма на укладку витков при формировании жгута // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1995. №. 6. С. 108...111.
10. Денисов А.Р., Китрина Л.Ю., Рудовский П.Н. Применение методов кластерного анализа для контроля качества паковок крестовой намотки // Изве-

ствия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2006. № 4С (291). С. 111...113.

11. *Rudovsky P.N.* Control of package build in random winding // *Melliand Textilberichte*. 1997. Т. 78. № 3. С. 138...141+E30-E31.

12. *Nuriyev M.N., Musayeva T.T.* Development of Algorithms Surface Recognition Forging Cross Winding // *Bulletin of ntu "KhPI" Series: Mechanical technological systems and complexes*, 2016, vol. 49, no. 1221, pp. 52...55. – <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=2059650>

13. *Nuraddin-Nuriyev M., Ali-Veliyev F., Insaf-Namidov H. etc.* Development of a Device for Continuously Monitoring the Parameters of the Winding Structure of Textile Bobbins // *Ingenieria Solidaria*, vol. 14, №24, pp. XX-XX, Jan. 2018. – <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/2183>

14. *Nuriyev M.N.* Destructive Methods of Controlling the Density Distribution of the Winding Body // *Progressive Technologies and Systems of Mechanical Engineering*, 2016, №4 (55): 44-48.

15. *Палочкин С.В., Рудовский П.Н., Нуриев М.Н.* Методы и средства контроля основных параметров текстильных паковок. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. С. 240. ISBN 5-8196-0101-7.

16. *Рудовский П.Н., Киприна Л.Ю., Нуриев М.Н.* Методика количественной оценки параметров структуры намотки // *Вестник Костромского государственного технологического университета*. 2005. № 11. С. 27...30.

17. *Киприна Л.Ю., Рудовский П.Н.* Оценка качества структуры текстильных паковок с использованием современных информационных технологий. Кострома: КГТУ, 2011. С. 111. ISBN 978-5-8285-0599-9

18. *Nuriyev M.N., Seydaliyev I.M.* Development of Methods to control quality of the structure of cross-wound packages // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2018, №5/1(95) p. 61...70. – <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/143825/142468>

19. *Джаббарова Г.З., Нуриев М.Н.* Формирование паковок с синусоидальным изменением скорости нитеводителя // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. 2017. №2. С. 176...180. – https://tftp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2017/07/368_39.pdf

20. *Nuriyev M.N., Veliyev F.A., Seydaliyev I.M. etc.* Analysis of the formation of filament winding in terms of force interactions between threads // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2017, № 6/1(90), p. 11...18. – <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/118961>

21. *Nuriyev M.N., Seydaliyev I.M., Recebov I.S. etc.* Determining the dependences for calculating a conversion scale of profile height of the controlled packing surface // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, (Scopus) 2017, № 2/1(86) p. 58...62. – <file:///C:/Users/user/Downloads/ssrn-3317056.pdf>

1. *Praček S., Pušnik N., Simončič B. and Tavčer Petra F.* Model for Simulating Yarn Unwinding from Packages, Fibres and Textiles in Eastern Europe, 2015, vol. 23, no. 2(110), pp. 25...32. – <http://www.fibtex.lodz.pl/article1407.htm1>

2. *Liangxue L.* Control System for Textile Winding Machine Convenient for Loading of Bobbin. IPC: B65H54/547, B65H63/00, B65H67/04, CN104386539 (A), 2015.

3. *Shams Nateri A., Ebrahimi F. and Sadeghzade N.* Evaluation of Yarn Defects by Image Processing Technique, Optik – International Journal for Light and Electron Optics, vol. 125, no. 20, pp. 5998-6002, 2015. – <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-007d0bde-22f9-3e47-907f-01d858611d91>

4. *Rudovsky P.N.* Analysis of winding structure in friction winding // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 1995. № 4(226). С. 56...59.

5. *Jianhui F., Jaedeuk Y., Jeong-Suk K. and Yoongho J.* Real-Time Graphic Visualization of Filament Band Winding for Fiber-Reinforced Cylindrical Vessels // *Journal of Composite Materials*. 2015, vol. 50, no. 16, pp. 2165...2175. – <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0021998315602325>

6. *Rudovsky P.N.* Theoretical foundations for the formation of technological evaluation of packages during friction winding. Abstract of dissertation of Doctor of Technical Sciences. Kostroma, 1996.

7. Patent No. cn 201410607590 (2015). Control System for Textile Winding Machine Convenient for Loading of Bobbin.

8. *Trisch R., Gorbenko E., Dotsenko N. and Kiporenko G.* Development of Qualimetric Approaches to the Processes of Quality Management System at Enterprises According to International Standards of the ISO 9000 servis, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 4, no. 3(82), pp. 18...24, 2016. – <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/75503>

9. *Rudovsky P.N.* Influence of Parameters of the Winding Mechanism on Laying Coils in Tourniquet Formation // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 1995. Vol. 6. Pp. 108...111.

10. *Denisov A.R., Kiprina L.Yu., Rudovsky P.N.* Application of cluster analysis methods for quality control of cross-wound packages // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2006. №. 4С (291). P. 111...113. – https://tftp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2015/12/291_34.pdf

11. *Rudovsky P.N.* Control of package build in random winding. *Melliand Textilberichte*. 1997. Т.78. №3. с.138...141+E30-E31.

12. *Nuriyev M.N., Musayeva T.T.* Development of Algorithms Surface Recognition Forging Cross Winding. *Bulletin of ntu "KhPI" Series: Mechanical technological systems and complexes*, 2016, vol. 49, no. 1221, pp. 52...55. – <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=2059650>

13. *Nuraddin-Nuriyev M., Ali-Veliyev F., Insaf-Hamidov H. etc.* Development of a Device for Continuously Monitoring the Parameters of the Winding Structure of Textile Bobbins // *Ingeniería Solidaria*, vol. 14, №24, pp. XX-XX, Jan. 2018. – <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/2183>
14. *Nuriyev M.N.* Destructive Methods of Controlling the Density Distribution of the Winding Body // *Progressive Technologies and Systems of Mechanical Engineering*, 2016, №4 (55): 44-48.
15. *Palochkin S.V., Rudovsky P.N., Nuriyev M.N.* Methods and means of monitoring the main parameters of textile packages. Moscow: State Textile University named after. A.N. Kosygina, 2006. p. 240. ISBN 5-8196-0101-7
16. *Rudovsky P.N., Kiprina LYu., Nuriyev M.N.* Methodology for quantitative assessment of winding structure parameters // *Bulletin of Kostroma State Technological University*. 2005. No. 11. p. 27...30.
17. *Kiprina LYu., Rudovsky P.N.* Evaluation of the quality of the structure of textile packages using modern information technologies. Kostroma: Kostroma State Technological University, 2011. P. 111. ISBN 978-5-8285-0599-9.
18. *Nuriyev M.N., Seydaliyev I.M.* Development of Methods to control quality of the structure of cross-wound packages // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2018, №5/1(95) p. 61...70. – <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/143825/142468>
19. *Dzhabbarova G.Z., Nuriyev M.N.* Formation packages with a sinusoidal rate of change of the yarn feeder // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, 2017, №2(368), p. 176...180. – https://tp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2017/07/368_39.pdf
20. *Nuriyev M.N., Veliyev F.A., Seydaliyev I.M. etc.* Analysis of the formation of filament winding in terms of force interactions between threads // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2017, № 6/1(90), p. 11...18. – <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/118961>
21. *Nuriyev M.N., Seydaliyev I.M., Recebov I.S. etc.* Determining the dependences for calculating a conversion scale of profile height of the controlled packing surface // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, (Scopus) 2017, № 2/1(86), p. 58...62. – <file:///C:/Users/user/Downloads/ssrn-3317056.pdf>

Рекомендована кафедрой инженерии и прикладных наук Азербайджанского государственного экономического университета. Поступила 01.10.24.