



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
(до 2016 года «Вестник
Костромского государственного
технологического университета»)

Издается с 1999 года

2021

№ 2(52)

ИЮЛЬ

TECHNOLOGIES & QUALITY

SCHOLARLY JOURNAL
(up to 2016 “Bulletin
of the Kostroma State
Technological University”)

Appears since 1999

2021

№ 2(52)

JULY

Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) с 2011 года

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий (Перечень ВАК),
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук
по следующим отраслям:

- 05.19.01 – Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности;
- 05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья;
- 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА СМIRНОВА
кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственный университет

Ответственный редактор

ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ РУДОВСКИЙ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ БЕСЧАСТНОВ
доктор искусствоведения, профессор, Российский
государственный университет им. А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)

СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ГРЕЧУХИН

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА

кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственный университет

МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственный университет

ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургская государственная
художественно-промышленная академия
им. А. Л. Штиглица

МИХАИЛ ОЛЕГОВИЧ КОЛБАНЕВ

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет

АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН

доктор технических наук, профессор,
Ивановский государственный политехнический университет

СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН

доктор технических наук, профессор, Московский
государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

НАДЕЖДА АНАТОЛЬЕВНА СМIRНОВА

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВЕРОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

ВЕЙЛИН СЮ

профессор,
Уханьский текстильный университет (КНР)

EDITORIAL BOARD STAFF

Editor-in-chief

SVETLANA GENNADIEVNA SMIRNOVA
Candidate of Technical Sciences, Docent,
Kostroma State University

Executive Secretary

PAVEL NIKOLAEVICH RUDOVSKY
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

NIKOLAY PETROVICH BESCHASTNOV

Doctor of the Science of Art, Professor,
Kosygin Russian State University
(Technologies. Design. Art)

SERGEY ILICH GALANIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEKSANDR PAVLOVICH GRECHUKHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

LYUDMILA YURYEVNA KIPRINA

Candidate of Technical Sciences, Docent,
Kostroma State University

MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELEV

Doctor of Technical Sciences, Docent,
Kostroma State University

ZHANNA YURYEVNA KOYTOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint Petersburg State Academy
of Art and Design
named after A. L. Stieglitz

MIKHAIL OLEGOVICH KOLBANEV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint Petersburg State University
of Economics

ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEKSEY YURYEVICH MATROHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Bauman Moscow State Technical University

NADEZHDA ANATOLEVNA SMIRNOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

WEILIN XU

Professor,
Wuhan Textile University (China)

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Коробов Н. А., Грузинцева Н. А., Лысова М. А.,
Гусев Б. Н.**
Построение методики цифрового исследования неравно-
мерности по поверхностной плотности нетканых мате-
риалов

Сапожникова А. И., Гребенева Ю. С., Реусова Т. В.
Разработка статистической модели системы инструмен-
тальной сортировки шкурки норки по параметрам цвето-
различия

Пашин Е. Л., Орлов А. В.
Моделирование процесса нагружения и разрыва льняных
волокон при одноосном растяжении

Пухова И. Д., Горбачева М. В., Сухинина Т. В.
Исследование функционально-технологических свойств
кожевенного полуфабриката при использовании диметил-
сульфоксида

Замышляева В. В., Акиндинова Т. Л.
Экспериментальные исследования характеристик изгиба
для конфекционирования современных бортовых тканей

Антонова М. В., Парсанов А. С.
О влиянии газового разряда на свойства джута

Панкевич Д. К., Буланчиков И. А.
Эксплуатационные свойства ниточных соединений мем-
бранных материалов на трикотажной основе

ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЫРЬЯ

Севостьянов П. А.
Детерминированная модель динамики распрямления
волокон при кардочесании на валичной машине

Муродов О. Ж.
Влияние формы сетки очистителя мелкого сора
для хлопка-сырца на очистительный эффект

Смирнов М. М., Корабельников А. Р.
Получение композиционных волокнистых материалов
методом электроформования из растворов полиметилме-
такрилата с добавлением углеродных нанотрубок

ДИЗАЙН

Лебедева Т. В., Галанин С. И.
Декорирование финифтяных вставок эмалевой зернью

Иванова О. В., Аккуратова О. Л.
Цифровые технологии в дизайне авторских фактур для
одежды и интерьерного текстиля

Неоронова А. П., Ковалева О. В.
Этнохудожественные явления в современном костюме
русских брендов

CONTENTS

MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

**5 Korobov N. A., Gruzintseva N. A., Lysova M. A.,
Gusev B. N.** 5
Building a digital research methodology irregularities
in the surface density of nonwovens

11 Sapozhnikova A. I., Grebeneva Yu. S., Reusova T. V. 11
Development of a statistical model for the system of
instrumental sorting of mink skins by color-
difference parameters

19 Pashin E. L., Orlov A. V. 19
Modelling flax fiber stretching and tearing process
under single axis load

27 Pukhova I. D., Gorbacheva M. V., Sukhinina T. V. 27
Of functional and technological properties of semi-
finished leather properties with dimethyl sulfoxide
use

33 Zamyshlyeva V. V., Akindinova T. L. 33
Experimental studies of bending characteristics for
selection of modern of stiffening fabrics

38 Antonova M. V., Parsanov A. S. 38
On the effect of a gas discharge on the properties of
jute

43 Pankevich D. K., Bulanchikov I. A. 43
Performance properties of thread seams of knitted-
based membrane materials

TECHNOLOGY AND PRIMARY PROCESSING OF TEXTILE FABRICS AND RAW MATERIALS

49 Sevostyanov P. A. 49
Deterministic model of the dynamics straightening of
fibers during carding on a roller machine

52 Murodov O. Zh. 52
Influence of the mesh shape of the fine litter cleaner
for raw cotton on the cleaning effect

56 Smirnov M. M., Korabelnikov A. R. 56
Obtaining composite fibrous materials by electros-
pinning from solutions of polymethyl methacrylate
with the addition of carbon nanotubes

DESIGN

62 Lebedeva T. V., Galanin S. I. 62
Decorating finift inserts with enamel grain

68 Ivanova O. V., Akkuratova O. L. 68
Digital technologies in the design of author's textures
for clothing and interior textiles

72 Neoronova A. P., Kovaleva O. V. 72
Ethno-artistic phenomena in the modern costume of
russian brands

**ПО ИТОГАМ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ»****ON THE RESULTS OF THE ALL-RUSSIA
SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE
«DIGITAL TECHNOLOGIES IN INDUSTRIAL
PRODUCTION»****Петровский В. С., Архипов Д. И.**
Моделирование работы роторных насосов**81 Petrovsky V. S., Arkhipov D. I.**
Modeling the operation of rotary pumps**81****Романов В. В.**
Оптимизация алгоритма управления роботизированной
токарной операцией**84 Romanov V. V.**
Optimization of the algorithm for controlling a robot-
ic turning operation**84****ТРЕБОВАНИЯ
К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ****88 REQUIREMENTS
TO REGISTRATION OF ARTICLE****88**

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 677. 019

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-5-10

Николай Анатольевич Коробов¹

Наталья Александровна Грузинцева²

Марина Александровна Лысова³

Борис Николаевич Гусев⁴

^{1,2,4}Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия

³Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново, Россия

¹n-korobov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1477-3464>

²gruzincevan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4312-6901>

³lysova7@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4551-4035>

⁴gusevbn@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3333-5897>

ПОСТРОЕНИЕ МЕТОДИКИ ЦИФРОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПО ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТИ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

***Аннотация.** Обеспечение требуемого уровня качества производимой текстильными предприятиями продукции предусматривает не только финишный (выходной) контроль ее показателей качества, но и обеспечение оперативного контроля за соответствующими характеристиками сырья и полуфабрикатов в технологических процессах по всей цепочке производства формируемого текстильного материала. В рамках функционирования системы менеджмента качества текстильного предприятия при проведении оперативного мониторинга технологических процессов требуются соответствующие автоматизированные технические средства контроля, построенные с применением современных информационных технологий. В работе для оценки качества процесса чесания при производстве гребенной или кардной пряжи, а также при производстве соответствующего ассортимента нетканых материалов предлагается методика цифрового исследования структурной неравномерности по поверхностной плотности ватки прочеса, основанная на принципе определения секториальной и радиальной характеристик по этому показателю качества.*

***Ключевые слова:** нетканые материалы, мониторинг качества, поверхностная плотность, структурная неравномерность, методика исследования, коэффициент вариации, ватка прочеса*

***Для цитирования:** Построение методики цифрового исследования неравномерности по поверхностной плотности нетканых материалов / Н. А. Коробов, Н. А. Грузинцева, М. А. Лысова, Б. Н. Гусев // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 5–10. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-5-10>.*

Original article

Nikolay A. Korobov¹, **Natal'ya A. Gruzintseva**², **Marina A. Lysova**³, **Boris N. Gusev**⁴

^{1,2,4}Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia

³Ivanovo State University of Chemical Technology, Ivanovo, Russia

BUILDING A DIGITAL RESEARCH METHODOLOGY IRREGULARITIES IN THE SURFACE DENSITY OF NONWOVENS

***Abstract.** Ensuring the required level of quality of products produced by textile enterprises involves not only the final (output) control of its quality indicators, but also ensuring operational control over the relevant characteristics of raw materials and semi-finished products in technological processes throughout the entire production chain of textile material. Within the framework of the functioning of the quality management system of a textile enterprise, when conducting operational monitoring of technological processes, appropriate*

© Коробов Н. А., Грузинцева Н. А., Лысова М. А., Гусев Б. Н., 2021

automated technical controls are required, built with the use of modern information technologies. In this paper, in order to assess the quality of the carding process in the production of combed or carded yarn, a method is proposed for the digital study of the structural unevenness in the surface density of this type of non-woven material, based on the principle of determining the sectorial and radial characteristics for this quality indicator.

Keywords: nonwovens, quality monitoring, surface density, structural unevenness, research methodology, coefficient of variation, heckling ball

For citation: Korobov N. A., Gruzintseva N. A., Lysova M. A., Gusev B. N. Building a digital research methodology irregularities in the surface density of nonwovens. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52): 5–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-5-10>.

Обеспечение требуемого уровня качества производимой текстильными предприятиями продукции предусматривает не только финишный (выходной) контроль ее показателей качества, но и проведение оперативного контроля за соответствующими характеристиками сырья и полуфабрикатов в технологических процессах по всей цепочке производства формируемого текстильного материала. В последнее время сама процедура проведения операционного технического контроля за соблюдением стабильности параметров технологических процессов приобрела более современную форму, а именно осуществляется под общим понятием мониторинга технологических процессов в рамках созданной и функционирующей на предприятии системы менеджмента качества [1]. Однако смещение акцента в самих документированных процедурах не решает в полной мере проблему операционного контроля, так как требует прежде всего постоянного совершенствования его методической и технической базы по отдельным измерительным операциям.

Наиболее перспективным направлением для решения выделенной проблемы является разработка соответствующих автоматизированных технических средств контроля на основе использования современных информационных технологий, где постоянно идет научный поиск и предлагаются новые технические решения [2, 3]. Кроме этого, в теоретических [4] и практических [5] исследованиях технологических процессов различных производств текстильной промышленности отмечается необходимость постоянного оценивания в том числе и характеристик неравномерности исследуемого показателя качества, так как получаемая оперативная информация позволяет более достоверно проводить диагностику используемого технологического оборудования.

В технологических процессах прядильного производства при формировании аппаратной, кардной и гребенной пряжи в рамках экспресс-методов оценки качества полуфабрикатов имеются соответствующие технические средства,

которые позволяют осуществлять количественную оценку таких показателей, как засоренность прочеса, ориентация и параллелизация волокон в прочесе, их извитость и другие. В то же время при производстве нетканых материалов названные выше показатели не характерны для оценки качества этого вида полуфабриката. Основными информативными показателями ватки прочеса являются показатели материалоемкости, а именно поверхностная плотность и ее неравномерность на отдельных участках.

Для определения направлений совершенствования методов количественной оценки характеристик, отражающих неравномерность в оценке показателей качества полуфабрикатов и готовых нетканых материалов, предварительно был рассмотрен стандартный метод [6] оценки качества полуфабрикатов, а именно определение поверхностной плотности прочеса, включающий следующие операции: подготовку пробы; идентификацию полотна по внешнему виду; раскрой пробы по схемам в соответствии с определяемыми характеристиками неровноты; проведение испытаний (измерение массы отдельных проб); обработку результатов измерений. Измерительная пластина площадью 600 см² в стандартном методе значительно усредняет значения по поверхностной плотности и не позволяет выявить структурную неравномерность по контролируемому параметру, что необходимо для оценки стабильности параметров технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы».

По определению поверхностная плотность Π_S , г/м² находится согласно выражению

$$\Pi_S = m/S_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где m – масса пробы, г;

$S_{\text{пр}}$ – площадь пробы, м².

Таким образом, оценку неравномерности данного показателя качества можно осуществлять при двух условиях: ($S_{\text{пр}} = \text{const}$; $m = \text{var}$) или ($m = \text{const}$; $S_{\text{пр}} = \text{var}$). Как было показано выше, стандартный метод [6] измерения поверхностной плотности использует первый спо-

соб получения информации о поверхностной плотности. В нашем случае воспользуемся вторым способом получения количественной информации при производственном контроле неравномерности данного показателя, где пластины с прочесом подвергались дополнительным операциям, а именно: получение цифрового изображения пробы; бинаризация изображения по уровню яркости и контрастности в двух уровнях монохроматического изображения; формирование параметрических характеристик радиальной и секториальной неравномерности контролируемого параметра; выбор наиболее информативных характеристик неравномерности по поверхностной плотности и установление их взаимосвязи с параметрами технологического оборудования с целью оптимизации значений последних.

Последовательность осуществления основных операций методики цифрового исследования искомого показателя качества представлена на рис. 1.



Рис. 1. Последовательность операций методики цифрового исследования поверхностной плотности прочеса

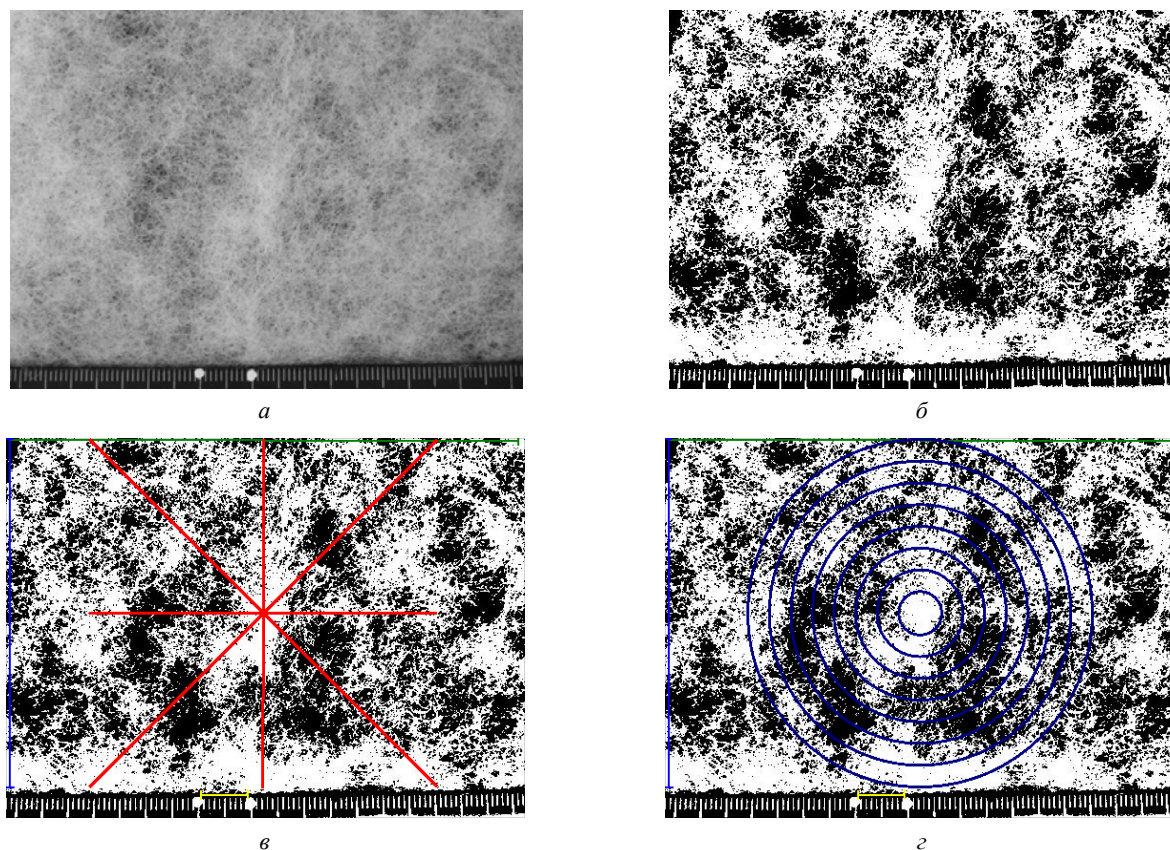


Рис. 2. Изображение пробы:

a – исходное; *б* – бинаризованное;

в, *г* – для определения соответственно секториальной и радиальной неравномерности

Сформированные статистические характеристики в абсолютных и относительных единицах по оценке радиальной и секториальной неравномерности приведены в табл. 1. Кроме этого, в данной таблице приведены результаты апробирования предлагаемой методики на ос-

новании исследования проб прочеса из полиэфирных волокон. Для автоматизации процесса определения числовых значений по указанным в табл. 2 статистическим характеристикам была написана соответствующая компьютерная программа [8].

Т а б л и ц а 1

Характеристики неравномерности поверхностной плотности

Наименование показателя, ед. измерения	Условие реализации	Экспериментальные данные
Размеры пробы		
Ширина пробы, мм	a	66,87
Длина пробы, мм	b	66,87
Поверхностная плотность, г/м ²	$\Pi_S = m/S$	19,80
Показатели общей неравномерности		
<i>Абсолютные</i>		
Площадь изображения, мм ²	$S = S_C + S_T$	4778,74
Площадь светлых участков, мм ²	S_C	2806,84
Площадь темных участков, мм ²	S_T	1971,91
<i>Относительные</i>		
Доля площади светлых участков, %	$\Delta S_C = (S_C/S) 100$	58,81
Доля площади темных участков, %	$\Delta S_T = (S_T/S) 100$	41,19
Общая площадь, %	$\Delta S_T + \Delta S_C = 100$	100,00
Показатели секториальной неравномерности		
Площадь светлых участков i -го сектора ($i = 1, \dots, n, n = 8$), мм ²	$(S_C)_i$	Не указана
Площадь темных участков i -го сектора ($i = 1, \dots, n, n = 8$), мм ²	$(S_T)_i$	Не указана
Средняя секториальная площадь светлых участков, мм ²	$(\bar{S}_C)_c$	350,85
Средняя секториальная площадь темных участков, мм ²	$(\bar{S}_T)_c$	247,29
Среднее квадратическое отклонение секториальной площади светлых участков, мм ²	$\sigma_{S_C} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_C)_i - (\bar{S}_C)_c]^2}{n-1}}$	769,92
Коэффициент вариации секториальной площади светлых участков, %	$C_{S_C} = \frac{\sigma_{S_C}}{(\bar{S}_C)_c} 100$	7,92
Коэффициент вариации секториальной площади темных участков, %	$C_{S_T} = \frac{\sigma_{S_T}}{(\bar{S}_T)_c} 100$	11,36
Среднее квадратическое отклонение секториальной площади темных участков, мм ²	$\sigma_{S_T} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(S_T)_i - (\bar{S}_T)_c]^2}{n-1}}$	775,35
Показатели радиальной неравномерности		
Площадь светлых участков j -го радиального сегмента ($j = 1, \dots, m, m = 8$), мм ²	$(S_C)_j$	Не указана
Площадь темных участков j -го радиального сегмента ($j = 1, \dots, m, m = 8$), мм ²	$(S_T)_j$	Не указана
Средняя радиальная площадь светлых участков, мм ²	$(\bar{S}_C)_p$	269,41
Средняя радиальная площадь темных участков, мм ²	$(\bar{S}_T)_p$	199,02

На заключительном этапе с учетом полученных результатов исследований осуществляли мониторинг искомого технологического процесса по следующей схеме:

- оценивали общую неравномерность, а именно площадь светлых ΔS_C и темных ΔS_T участков пробы, где высокому качеству прочеса соответствует $\Delta S_C \Rightarrow (\Delta S_C)_{\max} = 100\%$. Данное условие является труднодостижимым. Поэтому по шкале порядка нормируется данная характеристика в следующем варианте: хорошее качество от 71 до 100 % (первый уровень); удовлетворительное качество от 41 до 70 % (второй уровень); плохое качество до 40 % (третий уровень);
- анализировали секториальную неравномерность, а именно значения коэффициента вариации C_{S_C} . Данный показатель имеет негативную направленность, т. е. наилучшим вариантом является условие $C_{S_C} \Rightarrow (C_{S_C})_{\min} = 0\%$. Данное условие является труднодостижимым. Поэтому по шкале порядка нормировали данную характеристику в варианте:

низкая секториальная неравномерность от 0 до 5 % (первый уровень); средняя секториальная неравномерность от 6 до 10 % (второй уровень); высокая секториальная неравномерность выше 10 % (третий уровень);

- изучали радиальную неравномерность, а именно значения коэффициента вариации C_{S_P} .

Данный показатель также имеет негативную направленность, т. е. наилучшим вариантом является условие $C_{S_P} \Rightarrow (C_{S_P})_{\min} = 0\%$.

Данное условие является труднодостижимым. Поэтому аналогично, как и в предыдущем случае, по шкале порядка нормировали данную характеристику в варианте: низкая радиальная неравномерность от 0 до 5 % (первый уровень); средняя радиальная неравномерность от 6 до 10 % (второй уровень); высокая радиальная неравномерность выше 10 % (третий уровень);

- оформляли итоговый протокол мониторинга искомого технологического процесса в варианте, представленном в табл. 2.

Таблица 2

Протокол мониторинга технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы»

Наименование характеристики, ед. измерения	Обозначение	Среднее значение	Уровень неравномерности по шкале порядка			Оценка состояния технологического процесса и решение по его нормализации
			1	2	3	
Поверхностная плотность, г/м ²	P_S	19,80				Соответствует требованиям
Доля светлых участков, %	ΔS_C	58,81		X		Допустимый уровень
Коэффициент вариации светлых участков секториальной неравномерности, %	C_{S_C}	7,92		X		Допустимый уровень
Коэффициент вариации светлых участков радиальной неравномерности, %	C_{S_P}	13,50			X	Требуется настройка узлов чесальной машины

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика цифрового исследования структурной неравномерности по поверхностной плотности разреженных нетканых материалов, позволяющая оценивать их характеристики в секториальном и радиальном направлениях.

2. Для формирования документальной базы системы менеджмента качества текстильного предприятия в рамках процедуры технического контроля предложен протокол мониторинга исследуемого полуфабриката на примере технологического процесса «Кардочесание волокнистой массы».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. М. : Стандартиформ, 2015. 27, [10] с.
2. Новиков А. Н. Разработка теоретических и методологических принципов создания систем компьютерного зрения для автоматизации контроля качества текстильных материалов : дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06. М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2014. 287 с.
3. Оценка качества тканых геосеток в процессе их формирования / А. А. Кусенкова, Н. А. Коробов, Н. А. Грузинцева, Б. Н. Гусев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2017. № 5. С. 236–239.

4. Севостьянов П. А. Исследование неровноты одномерных волокнистых продуктов по доле компонентов и ее зависимости от неровноты по линейной плотности // Технологии и качество. 2020. № 1(47). С. 15–21.
5. Севостьянов А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности : [учебник для текст. спец. вузов]. М. : Легкая индустрия, 1980. 392 с.
6. ГОСТ 15902.2–2003 (ИСО 9073-2:1995). Полотна нетканые. Методы определения структурных характеристик. М. : Изд-во стандартов, 2004. 14, [3] с.
7. Компьютерная программа бинаризации цифровых изображений проб нетканых текстильных материалов : [свидетельство о регистрации электронного ресурса № 21692 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование»] / Н. А. Коробов, С. В. Павлов, Н. А. Грузинцева, Б. Н. Гусев. Оpubl. 10.03.2016.
8. Павлов С. В., Грузинцева Н. А., Гусев Б. Н. Компьютерная программа для измерения структурных характеристик нетканых текстильных материалов : [свидетельство о регистрации электронного ресурса № 21693 в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование»]. Оpubl. 10.03.2016.

REFERENCES

1. GOST R ISO 9001–2015. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. M. : Standartinform, 2015. 27, [10] s.
2. Novikov A. N. Razrabotka teoreticheskikh i metodologicheskikh principov sozdaniya sistem komp'yuternogo zreniya dlya avtomatizacii kontrolya kachestva tekstil'nyh materialov : dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.13.06. M. : RGU im. A. N. Kosygina, 2014. 287 s.
3. Ocenka kachestva tkanyh geosetok v processe ih formirovaniya / A. A. Kusenkova, N. A. Korobov, N. A. Gruzinceva, B. N. Gusev // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2017. № 5. S. 236–239.
4. Sevost'yanov P. A. Issledovanie nerovnoty odnomernyh voloknistyh produktov po dole komponentov i ee zavisimosti ot nerovnoty po linejnoj plotnosti // Tekhnologii i kachestvo. 2020. № 1(47). S. 15–21.
5. Sevost'yanov A. G. Metody i sredstva issledovaniya mekhaniko-tekhnologicheskikh processov tekstil'noj promyshlennosti : [uchebnik dlya tekst. spec. vuzov]. M. : Legkaya industriya, 1980. 392 s.
6. GOST 15902.2–2003 (ISO 9073-2:1995). Polotna netkanye. Metody opredeleniya strukturnyh harakteristik. M. : Izd-vo standartov, 2004. 14, [3] s.
7. Komp'yuternaya programma binarizacii cifrovyh izobrazhenij prob netkanyh tekstil'nyh materialov : [svidetel'stvo o registracii elektronnoho resursa № 21692 v Ob"edinennom fonde elektronnyh resursov «Nauka i obrazovanie»] / N. A. Korobov, S. V. Pavlov, N. A. Gruzinceva, B. N. Gusev. Opubl. 10.03.2016.
8. Pavlov S. V., Gruzinceva N. A., Gusev B. N. Komp'yuternaya programma dlya izmereniya strukturnyh harakteristik netkanyh tekstil'nyh materialov : [svidetel'stvo o registracii elektronnoho resursa № 21693 v Ob"edinennom fonde elektronnyh resursov «Nauka i obrazovanie»]. Opubl. 10.03.2016.

Статья поступила в редакцию 23.02.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 637.612.033.3.05

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-11-18

Алла Ионовна Сапожникова¹

Юлия Сергеевна Гребенева²

Татьяна Викторовна Реусова³

^{1, 2, 3}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –

МВА имени К. И. Скрябина, г. Москва, Россия

¹fibrilla@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5040-6998>

²Julia-21@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8441-9842>

³5018458@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2495-8788>

РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СОРТИРОВКИ ШКУРОК НОРКИ ПО ПАРАМЕТРАМ ЦВЕТОРАЗЛИЧИЯ

Аннотация. Создание системы инструментальной количественной оценки цвета волосяного покрова шкурок норки является актуальной и своевременной задачей, в связи с тем что методы визуальной оценки цвета шкурок при сортировке не отвечают современному уровню научно-технического прогресса. Авторами с помощью методов статистического анализа показана возможность цветоразделения шкурок норки с помощью цветовых параметров колориметрической системы CIE $L^*a^*b^*$. Установлено, что наибольший вклад в общую дискриминацию, а значит, и в цветоразличие, приносит L^* – светлота, переменной b^* принадлежит в этом процессе второе место, а переменная a^* характеризуется наименьшим вкладом. Разработанная классификационная матрица позволяет суммировать информацию о количестве и проценте корректно классифицированных случаев для каждого цветового типа и оценить меру соответствия результатов классификации, полученных путем формальной дискриминации, фактическому распределению шкурок. Предложена статистическая модель системы инструментальной сортировки шкурок норки по параметрам цветоразличия, позволяющая оценивать правильность отнесения отобранных визуальным экспертным способом шкурок норки к определенным цветовым типам.

Ключевые слова: пушно-меховое сырье, норка, цветовой тип, цветоразличие, цветовое пространство, статистическая модель, колориметрическая количественная градация, иерархический агрегативный кластерный анализ, дискриминантный анализ, канонический анализ

Для цитирования: Сапожникова А. И., Гребенева Ю. С., Реусова Т. В. Разработка статистической модели системы инструментальной сортировки шкурок норки по параметрам цветоразличия // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 11–18. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-11-18>.

Original article

Alla I. Sapozhnikova¹, Yuliya S. Grebenyova², Tat'yana V. Reusova³

^{1, 2, 3}Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russia

DEVELOPMENT OF A STATISTICAL MODEL FOR THE SYSTEM OF INSTRUMENTAL SORTING OF MINK SKINS BY COLOUR-DIFFERENCE PARAMETERS

Abstract. The creation of a system of instrumental quantitative assessment of the hair colour of mink skins is a topical and timely task, due to the fact that the methods of visual assessment of the colour of skins during sorting do not meet the current level of scientific and technological progress. The authors used statistical analysis methods to show the possibility of colour separation of mink skins using the colour parameters of the CIE $L^*a^*b^*$ colourimetric system. It is found that the greatest contribution to the overall discrimination, and hence to the colour difference, is made by L^* , lightness; the variable b^* is second in this process, and the variable a^* is characterised by the smallest contribution. The developed classification matrix allows us to summarise the information about the number and percentage of correctly classified cases for each colour type and assess the degree of compliance of the classification results obtained by formal discrimination with the actual distribution of skins. A statistical model of the system of instrumental sorting of mink skins by co-

lour-difference parameters is proposed, which allows evaluating the correctness of assigning mink skins selected by visual expert method to certain colour types.

Keywords: fur raw materials, mink, colour type, colour difference, colour space, statistical model, colourimetric quantitative gradation, hierarchical agglomerative cluster analysis, discriminant analysis, canonical analysis

For citation: Sapozhnikova A. I., Grebeneva Yu. S., Reusova T. V. Development of a statistical model for the system of instrumental sorting of mink skins by color-difference parameters. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):11–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-11-18>.

Изделия из натурального меха норки, благодаря природной красоте, высоким эксплуатационным и теплозащитным свойствам, высоко котируются на отечественном пушном рынке, удовлетворяя не только потребности масс-маркета, но и изысканный дизайнерский спрос [1, 2].

Естественная окраска волосяного покрова относится к числу важнейших товарных свойств пушно-мехового сырья и полуфабриката. Этот показатель учитывают при сортировке, он оказывает большое влияние на конечную стоимость товара [3].

В настоящее время для сортировки и подбора меховых шкурок на изделие используется визуальный метод оценки их по цвету [4], существенно зависящий от опыта сортировщика. В ряде случаев применяют сравнение с эталонами [5]. Однако на современном этапе развития меховой индустрии такой подход к оценке цвета пушно-мехового сырья и полуфабриката является устаревшим и, естественно, должен быть заменен на инструментальный количественный метод оценки цветовых параметров [1–5], тем более что за рубежом такие методики уже разработаны, хотя для других отраслей промышленности [4, 6].

В связи с вышеизложенным, создание системы инструментальной количественной оценки цвета волосяного покрова шкурок норки является актуальной и своевременной задачей.

Цель работы заключается в колориметрической количественной градации цветовых типов шкурок норки для создания более четкого алгоритма классификации.

В качестве объектов исследования использовали 280 образцов, отобранных с помощью процедуры рандомизации [7] из 820 отсортированных невыделанных шкурок самцов норки клеточного разведения следующих цветовых типов: черная, темно-коричневая, коричневая (дикого типа), пастель, топаз, лавандовая, браун, жемчужная, белая, серебристо-голубая, алеутская, голубой ирис, сапфир, фиолет, предоставленных ООО «Русская меховая компания» (г. Москва).

Шкурки норки различных цветовых типов были отсортированы профессиональными сортировщиками ООО «Русская меховая компа-

ния» согласно ГОСТ Р 55587–2013 «Шкурки норки клеточного разведения невыделанные. Технические условия» [8].

Инструментальную оценку цветового тона волосяного покрова шкурок норки проводили на 10 точках хребтовой части шкурки с 3-кратной повторностью на портативном сферическом спектрофотометре X-rite SP-62 (X-Rite, Incorporated – World Headquarters, USA). Спектрофотометр работает в цветовой модели CIE $L^*a^*b^*$, являющейся международным стандартом с 1976 года [6]. При этом светлота задана координатой L^* (изменяется от 0 до 100, т. е. от самого темного до самого светлого), хроматическая составляющая – двумя декартовыми координатами a^* и b^* . Первая обозначает положение цвета в диапазоне от зеленого до пурпурного, вторая – от синего до желтого. Процедура измерений описана ранее [2–4].

Данные измерений были подвергнуты статистической обработке при помощи программ Microsoft Office Excel 2010 и STATISTICA 10 [9–11]. Первоначально для классификации шкурок норки по цветовым параметрам все объекты исследования были разделены на 14 цветовых типов (черная, темно-коричневая, коричневая (дикого типа), пастель, топаз, лавандовая, браун, жемчужная, белая, серебристо-голубая, алеутская, голубой ирис, сапфир, фиолет) согласно ГОСТ Р 55587–2013 и охарактеризованы по светлоте (L^*) и хроматическим составляющим – a^* и b^* . Результаты количественной градации шкурок норки на цветовые типы представлены в табл. 1 (составлено авторами на основе статистических данных в программе Microsoft Office Excel 2010).

Из представленного материала следует, что количественные границы каждого цветового типа по значениям цветовых координат L^* , a^* , b^* достоверно отличаются друг от друга (уровень значимости $p \leq 0,05$).

Дендрограмма иерархического агломеративного объединения 280 образцов шкурок по координатам цвета CIE $L^*a^*b^*$ представлена на рис. 1 (составлено авторами на основе статистических данных в программе STATISTICA 10). Для объединения кластеров был выбран метод полной связи, а в качестве меры сходства объектов – евклидово расстояние [9].

Таблица 1

Средние, минимальные и максимальные значения цветовых характеристик шкурок норки различных цветовых типов $n = 280$

Цветовая группа	Количество образцов	Цветовые координаты								
		L*			a*			b*		
		L* _{min}	L* _{cp}	L* _{max}	a* _{min}	a* _{cp}	a* _{max}	b* _{min}	b* _{cp}	b* _{max}
Черная	20	13,13	16,27 ± 0,15	18,03	0,29	0,70 ± 0,03	1,19	0,17	0,56 ± 0,03	0,96
Темно-коричневая	20	17,13	18,10 ± 0,12	18,97	0,87	1,74 ± 0,07	2,31	0,08	0,58 ± 0,07	1,19
Браун	20	18,99	21,43 ± 0,19	24,69	2,29	2,62 ± 0,02	2,96	3,12	3,59 ± 0,03	3,99
Коричневая (дикого типа)	20	20,55	23,53 ± 0,36	26,89	3,48	3,99 ± 0,08	4,66	2,77	4,56 ± 0,19	6,05
Пастель	20	24,31	28,82 ± 0,54	44,80	3,09	3,74 ± 0,04	4,35	4,58	5,30 ± 0,06	6,75
Топаз	20	54,15	57,32 ± 0,24	58,74	5,13	5,46 ± 0,06	5,97	12,08	13,40 ± 0,21	14,95
Лавандовая	20	36,36	39,77 ± 0,30	43,24	2,45	2,96 ± 0,03	3,33	1,18	1,56 ± 0,04	1,99
Жемчужная	20	70,23	71,88 ± 0,15	74,69	0,26	0,60 ± 0,02	0,95	2,37	2,64 ± 0,02	2,97
Серебристо-голубая	20	49,78	52,18 ± 0,21	56,77	4,86	5,50 ± 0,04	5,98	5,67	6,62 ± 0,04	7,16
Алеутская	20	39,44	42,79 ± 0,2	46,03	1,22	1,37 ± 0,01	1,49	0,47	0,86 ± 0,02	1,22
Голубой ирис	20	54,74	66,09 ± 0,51	71,64	2,15	2,63 ± 0,04	3,28	8,39	9,53 ± 0,03	9,98
Сапфир	20	38,45	41,99 ± 0,27	46,90	0,49	0,66 ± 0,01	0,80	1,50	1,66 ± 0,01	1,89
Виолет	20	48,26	55,51 ± 0,35	59,64	0,46	0,62 ± 0,01	0,85	2,34	3,0 ± 0,05	3,82
Белая	20	80,90	87,87 ± 0,52	91,60	0,03	0,54 ± 0,06	0,84	9,05	9,58 ± 0,07	10,26

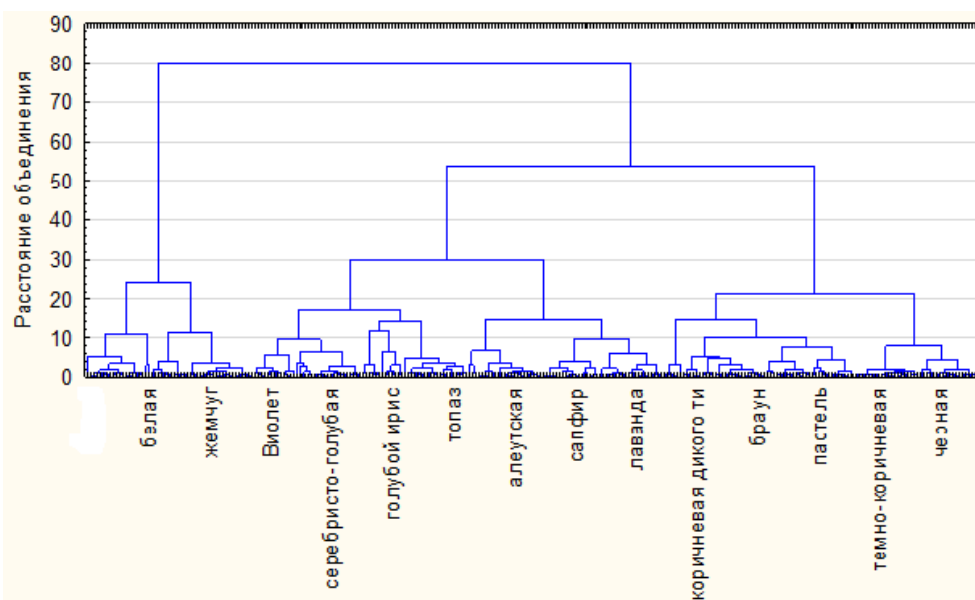


Рис. 1. Дендрограмма иерархического агломеративного объединения 14 цветовых типов шкурок по координатам цвета CIE L*a*b*: ось абсцисс – цветовой тип; ось ординат – расстояние объединения

Иерархический алгоритм позволил наглядно проанализировать структурное множество цветовых типов шкурок норки и охарактеризовать степень близости отдельных кластеров (цветовых типов) друг к другу, а также выявить отличительные особенности [10]. Из рисунка видно, что отдельные кластеры, например, *серебристо-голубая* и *голубой ирис*, а также *сапфир* и *лаванда*, близки друг к другу, а другие – *черная* и *виолет*, отличаются весьма существенно по цветовым характеристикам.

Достоверность полученных результатов подтверждают данные дискриминантного анализа (табл. 2).

Тот факт, что полученные значения статистики лямбда Уилкса находятся около нуля, свидетельствует о хорошей дискриминации образцов шкурок на 14 цветовых типов (см. табл. 1) [11].

Из данных табл. 2 видно, что переменная L* – светлота привносит наибольший вклад в общую дискриминацию, а значит и в цветоразличие, переменной b* принадлежит в этом процессе второе место, а переменная a* харак-

теризуется наименьшим вкладом. Таким образом, можно считать, что именно L^* – светлота является главной переменной, по которой осуществляется *дискриминация по цветоразличию* отдельных цветовых типов шкурок норки.

Для того чтобы определить, какая из используемых переменных вносит наибольший вклад в величину дискриминантной функции (ДФ), были использованы такие показатели канонического анализа, как стандартизованные коэффициенты дискриминантных функций (табл. 3) [9].

Как следует из табл. 3, значения стандартизованных коэффициентов ДФ1, ДФ2 и ДФ3, указывающих на вклад переменных в различительную способность ДФ, свидетельствуют о том, что наибольший вклад в цветоразличие по ДФ1 вносит L^* – светлота (**-0,8041**), второй по значимости является координата цвета b^* – желто-синий (**-0,4083**) и наименьший вклад принадлежит координате a^* – красно-зеленый (0,0938). По ДФ2 примерно равный вклад в цветоразличие вносят координаты a^* – красно-зеленый (**0,62008**) и b^* – желто-синий (**0,60207**), тогда как L^* – светлота (-0,41045) оказывает наименьшее влияние. По ДФ3 ситуация аналогична.

Представленные в табл. 3 значения позволили рассчитать кумулятивную долю объясненной дисперсии, накопленной каждой функцией (корнем). Так, ДФ1 ответственна за 55,85 % объясненной дисперсии, т. е. 55,85 % всей дис-

криминирующей мощности определяется этой функцией, поэтому эта функция наиболее «важна». ДФ2 ответственна за 35,46 % объясненной дисперсии. ДФ3 ответственна за 8,69 % объясненной дисперсии.

Для углубленной интерпретации результатов о природе дискриминации шкурок норки на цветовые типы был проведен канонический анализ исходных данных (табл. 4).

Судить о результатах разделения на цветовые типы удобнее всего по диаграмме рассеяния для канонических значений в координатах осей двух ДФ1 и ДФ2, так как ДФ3 не так информативна, как остальные (рис. 2).

В результате появляется возможность наблюдать локализацию образцов, принадлежащих определенным цветовым типам в разных областях плоскости (см. рис. 2).

Как видно из рис. 2, координаты ДФ1 и ДФ2, отвечающих за отдельные цветовые типы шкурок норки, находятся в разных областях плоскости. Так, центроиды, характеризующие цветовые типы *черная* (13,8; -4,3) и *белая* (-21,7; -6,2), максимально отдалены. Центроиды, соответствующие остальным цветовым типам, располагаются на плоскости между ними следующим образом: 14(-21,7; -6,2) > 11(-12,7; 3,2) > 8(-11,8; 17,5) > 5(-9,2; -12,1) > 13(-3,01; -8,6) > 9(-3,7; 9,1) > 12(3,1; -8,6) > 10(3,6; -7,3) > 4(4,6; 1,7) > 2(5,9; 7,9) > 7(8,4; 8,2) > 3(9,6; 3,8) > 6(13,3; -1,9) > 1(13,8; -4,3).

Т а б л и ц а 2

Итоговые данные дискриминантного анализа

n = 280	Число переменных: 3. Группирующие переменные: Цветовой тип (14 гр.). Лямбда Уилкса: 0,0000067, F (39,782) = 1102,2 p < 0,0000					
	Лямбда Уилкса	Частная лямбда	Значение F-критерия	Уровень значимости F-критерия	Толерантность	Коэффициент множественной корреляции R ²
L	0,000305	0,021887	907,5541	0,00	0,895891	0,104109
a	0,000167	0,040009	487,2743	0,00	0,897693	0,102307
b	0,000185	0,036164	541,2383	0,00	0,816741	0,183260

Примечания: критерий Фишера – $F(39,782) = 1102,2$; уровень значимости – $p < 0,0000$.

Т а б л и ц а 3

Стандартизованные коэффициенты дискриминантных функций

Переменные	Стандартизованные коэффициенты для канонических переменных		
	ДФ1	ДФ2	ДФ3
L	-0,8041	-0,41045	-0,54883
a	0,0938	0,62008	-0,84892
b	-0,4083	0,60207	0,83379
Собственные значения	111,9013	71,04619	17,40609
Кумулятивная доля объясненной дисперсии, %	55,85	35,46	8,69

Таблица 4

Дискриминантные функции канонических переменных для всех цветовых типов шкурок норки

Цветовой тип	Дискриминантные функции канонических переменных		
	ДФ1	ДФ2	ДФ3
1. Черная	13,7657	-4,3155	5,42837
2. Пастель	5,8935	7,9325	0,91698
3. Браун	9,5767	3,8033	3,30186
4. Лавандовая	4,6286	-1,6973	-6,73678
5. Жемчужная	-9,2299	-12,1027	-4,40975
6. Темно-коричневая	13,2662	-1,9174	1,59862
7. Коричневая дикого типа	8,4444	8,2383	-0,27393
8. Топаз	-11,8138	17,5279	2,43936
9. Серебристо-голубая	-3,7187	9,1405	-8,75345
10. Алеутская	3,5817	-7,2898	-2,95497
11. Голубой ирис	-12,7361	3,2849	2,39391
12. Сапфир	3,0649	-7,7571	1,38199
13. Фиолет	-3,0078	-8,6267	0,85624
14. Белая	-21,7155	-6,2208	4,81155

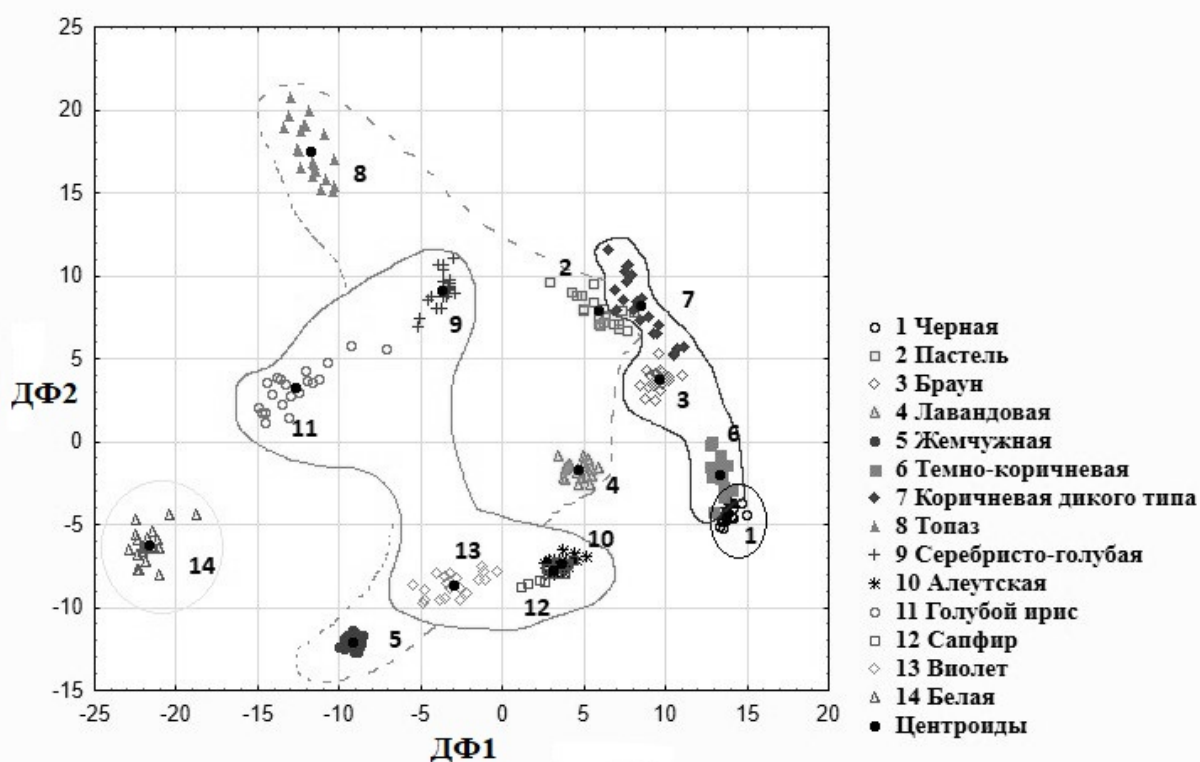


Рис. 2. Расположение точек, соответствующих образцам шкурок норки различных цветовых типов, в координатах осей двух дискриминантных функций:

ось абсцисс – первая дискриминантная функция; ось ординат – вторая дискриминантная функция (составлено авторами на основе статистических данных в программе STATISTICA 10)

При этом ДФ1 участвует в распознавании цветовых типов между друг другом, главным образом, по показателю L^* – светлота, а ДФ2 – по координатам цвета a^* и b^* .

Расстояние между центроидами, характеризующими цветовые типы черная (13,8) и темно-коричневая (13,3), пастель (5,9) и коричневая дикого типа (8,4), сапфир (3,1) и алеутская (3,0), достаточно близкое, поэтому при проведении экспертной оценки шкурок нужно уделять этому факту должное внимание, для того чтобы определить, к какому цветовому ти-

пу следует отнести анализируемую шкурку. Таким образом, полученные результаты подтверждают, что дискриминация по ДФ1 наиболее сильная, чем по ДФ2 и ДФ3.

Для оценки меры соответствия результатов классификации, полученных путем формальной дискриминации, фактическому распределению шкурок по цветовым типам была применена дискриминантная матрица (табл. 5), в которой была суммирована информация о количестве и проценте корректно классифицированных наблюдений в каждой группе [12].

Из матрицы классификации можно сделать вывод, что не все шкурки были правильно отнесены визуальным экспертным способом к некоторым цветовым типам. Например, одна шкурка из цветового типа *темно-коричневая* при статистическом анализе была перенесена в *черную*, аналогичную ситуацию наблюдали для *коричневой дикого типа* и *пастель*.

Использование кластерного и дискриминантного анализа позволило сформировать доказательную базу о существовании цветоразличий между 14 цветовыми типами шкурок норки, что послужило основой для создания классификационной системы инструментальной количественной оценки цвета волосяного покрова меха при сортировке.

Т а б л и ц а 5

Матрица классификации (уровень значимости $p = 0,07143$)

Группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Черная	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Пастель	0	18	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
3. Браун	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Лавандовая	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. Жемчужная	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Темно-коричневая	1	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
7. Коричневая дикого типа	0	1	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0
8. Топаз	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
9. Серебристо-голубая	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
10. Алеутская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
11. Голубой ирис	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
12. Сапфир	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0
13. Фиолет	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
14. Белая	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Всего	21	19	20	20	20	19	21	20	20	20	20	20	20	20

Для каждого цветового типа были вычислены функции классификации, с помощью которых можно в дальнейшем систематизировать новые случаи и относить шкурки к тому цветовому типу, для которого классифицированное значение будет максимальным.

Принадлежность цветовых характеристик шкурок к определенному цветовому типу при их градации определяется системой классификационных функций, представленной в виде следующего уравнения [12]:

$$F_n = F_{n0} + F_{n1} L_n^* + F_{n2} a_n^* + F_{n3} b_n^*,$$

где F_n – значение функции образцов шкурок n -группы (1...14);

F_{n0} – константа функции;

F_{n1} , F_{n2} , F_{n3} – коэффициенты классификационных функций n -группы;

L_n^* , a_n^* , b_n^* – координаты окраски и блеска образцов шкурок.

Функции классификации для шкурок норки четырнадцати монохромных цветовых типов выглядят следующим образом.

1. Цветовой тип *черная*:

$$(F1) = -39 + 3,9L^* + 16,8a^* - 6,2b^*.$$

2. Цветовой тип *пастель*:

$$(F2) = -222,9 + 5,7L^* + 61,2a^* + 9,2b^*.$$

3. Цветовой тип *браун*:

$$(F3) = -116,5 + 4,5L^* + 43,6a^* + 4,7b^*.$$

4. Цветовой тип *лавандовая*:

$$(F4) = -284,4 + 10L^* + 62,9a^* - 17b^*.$$

5. Цветовой тип *жемчужная*:

$$(F5) = -586,3 + 16,6L^* + 22,5a^* - 14b^*.$$

6. Цветовой тип *темно-коричневая*:

$$(F6) = -73,5 + 4,7L^* + 36,3a^* - 9,6b^*.$$

7. Цветовой тип *коричневая дикого типа*:

$$(F7) = -207 + 5L^* + 67,2a^* + 5b^*.$$

8. Цветовой тип *топаз*:

$$(F8) = -771,4 + 10,1L^* + 73,7a^* + 41,3b^*.$$

9. Цветовой тип *серебристо-голубая*:

$$(F9) = -566 + 11,6L^* + 94,7a^* + 1,5b^*.$$

10. Цветовой тип *алеутская*:

$$(F10) = -244,2 + 10,5L^* + 34,7a^* - 16,6b^*.$$

11. Цветовой тип *голубой ирис*:

$$(F11) = -600,3 + 13,2L^* + 36,7a^* + 22,8b^*.$$

12. Цветовой тип *сапфир*:

$$(F12) = -202,2 + 9,7L^* + 18a^* - 8,6b^*.$$

13. Цветовой тип *виолет*:

$$(F13) = -332,3 + 12,3L^* + 15,3a^* - 5,2b^*.$$

14. Цветовой тип *белая*:

$$(F14) = -894 + 17,8L^* + 0,2a^* - 22,7b^*.$$

Предложенный алгоритм классификации шкурок норки можно рассматривать в качестве статистической модели и использовать для идентификационного определения принадлежности новых образцов к одному из цветовых типов.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что, используя цветовые параметры колориметрической системы CIE $L^*a^*b^*$, можно разделить 280 отсортированных шкурок норки на 14 цветовых типов, достоверно отличающихся друг от друга.

2. С помощью кластерного иерархического агломеративного анализа и статистики лямбда Уилкса подтверждена хорошая дискриминация шкурок норки на 14 цветовых типов, определены их количественные границы по значениям цветовых координат L^* , a^* , b^* , что позволило охарактеризовать степень близости отдельных кластеров (цветовых типов), а также выявить отличительные особенности.

3. Методом дискриминантного анализа установлены значения стандартизованных коэффициентов трех дискриминантных функций (ДФ), указывающих вклад цветовых координат L^* , a^* , b^* в различительную способность ДФ. Показано, что L^* – светлота привносит наибольший вклад в общую дискриминацию, а значит и в цветоразличие, переменной b^* принадлежит в этом процессе второе место, а переменная a^* характеризуется наименьшим вкладом.

4. Разработана классификационная матрица, позволяющая суммировать информацию о количестве и проценте корректно классифицированных случаев для каждого цветового типа и оценить меру соответствия результатов классификации, полученных путем формальной дискриминации, фактическому распределению шкурок.

5. Рассчитаны функции классификации, с помощью которых можно в дальнейшем систематизировать новые случаи и относить шкурки к тому цветовому типу, для которого классифицированное значение будет максимальным.

6. Предложенная статистическая модель системы инструментальной сортировки шкурок норки по параметрам цветоразличия позволяет оценивать правильность отнесения отобранных визуальным экспертным способом шкурок норки к определенным цветовым типам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Оптические свойства полуфабриката норки как показатель качества / Ю. С. Гребенева, А. И. Сапожникова, Т. В. Реусова [и др.] // Материалы и технологии. 2019. № 2(4). С. 47–51.
2. Гребенева Ю. С., Сапожникова А. И. Инструментальные методы оценки оптических свойств пушно-мехового сырья и полуфабриката // Актуальные вопросы биологии, биотехнологии, ветеринарии, зоотехнии, товароведения и переработки сырья животного и растительного происхождения : материалы национальной науч.-практ. конф. М., 2019. Ч. 2. С. 97–99.
3. Сапожникова А. И. Совершенствование инструментальных методов оценки оптических свойств пушно-мехового полуфабриката: новые технические решения // Церевитиновские чтения – 2019 : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. М., 2019. С. 237–240.
4. Колориметрическая градация выделанных шкурок лисицы красной клеточного разведения / Кожина А. И., Платов Ю. Т., Бобождонова Г. А., Сапожникова А. И. // Дизайн и технологии. 2018. № 66(108). С. 35–44.
5. Рассадина С. П. Оценка цвета волосяного покрова пушно-меховых полуфабрикатов // Кожевенно-обувная промышленность. 2002. № 3. С. 25–26.
6. Спектрофотометры серии SP60. Руководство по эксплуатации (Модели SP60, SP62, SP64) / X-Rite Incorporated. Грандвилл, 2000. 68 с.
7. ГОСТ Р ИСО 24153–2012. Статистические методы. Процедуры рандомизации и отбора случайной выборки : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1272-ст / разработан автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД»). М. : Стандартинформ, 2014. 30 с.
8. ГОСТ Р 55587–2013. Шкурки норки клеточного разведения невыделанные. Технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от

- 06 сентября 2013 г. № 865-ст. Введен впервые: дата введения 2015-01-01 / разработан ГНУ НИИПЗК Россельхозакадемии. М. : Стандартинформ, 2014. 25 с.
9. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных : учебник. 3-е изд. М. : Бинوم-Пресс, 2007. 512 с.
10. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ : пер. с англ. / под ред. И. С. Енюкова. М. : Финансы и статистика, 1989. С. 78–130.
11. Корнелл П. Анализ данных в Excel : пер. с англ. М. : Эксмо, 2007. С. 112–138.
12. Методические рекомендации по разработке экспертной системы колориметрической идентификации продовольственных и непродовольственных товаров / сост. Ю. Т. Платов, Р. А. Платова, Г. А. Бобождонова. М. : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2017. 48 с.

REFERENCES

1. Opticheskie svojstva polufabrikata norki kak pokazatel' kachestva / Yu. S. Grebeneva, A. I. Sapozhnikova, T. V. Reusova [i dr.] // Materialy i tekhnologii. 2019. № 2(4). S. 47–51.
2. Grebeneva Yu. S., Sapozhnikova A. I. Instrumental'nye metody ocenki opticheskikh svojstv pushno-mekhovogo syr'ya i polufabrikata // Aktual'nye voprosy biologii, biotekhnologii, veterinarii, zootekhnii, tovarovedeniya i pererabotki syr'ya zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya : materialy nacional'noj nauch.-prakt. konf. M., 2019. CH. 2. S. 97–99.
3. Sapozhnikova A. I. Sovershenstvovanie instrumental'nykh metodov ocenki opticheskikh svojstv pushno-mekhovogo polufabrikata: novye tekhnicheskie resheniya // Cerevitinovskie chteniya – 2019 : materialy VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M., 2019. S. 237–240.
4. Kolorimetriceskaya gradaciya vydelannykh shkurok lisicy krasnoj kletchnogo razvedeniya / Kozhina A. I., Platov Yu. T., Bobozhonova G. A., Sapozhnikova A. I. // Dizajn i tekhnologii. 2018. № 66(108). S. 35–44.
5. Rassadina S. P. Ocenka cveta volosyanogo pokrova pushno-mekhovyx polufabrikatov // Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost'. 2002. № 3. S. 25–26.
6. Spektrofotometry serii SP60. Rukovodstvo po ekspluatatsii (Modeli SP60, SP62, SP64) / X-Rite Incorporated. Grandvill, 2000. 68 s.
7. GOST R ISO 24153–2012. Statisticheskie metody. Procedury randomizatsii i otbora sluchajnoj vyborki : nacional'nyj standart Rossijskoj Federatsii : izdanie oficial'noe : utverzhden i vveden v dejstvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 29 noyabrya 2012 g. № 1272-st / razrabotan avtonomnoj nekommercheskoj organizatsiej «Nauchno-issledovatel'skij centr kontrolya i diagnostiki tekhnicheskikh sistem» (ANO «NIC KD»). M. : Standartinform, 2014. 30 с.
8. GOST R 55587–2013. SHkurki norki kletchnogo razvedeniya nevydelannye. Tekhnicheskie usloviya : nacional'nyj standart Rossijskoj Federatsii : izdanie oficial'noe : utverzhden i vveden v dejstvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 06 sentyabrya 2013 g. № 865-st. Vveden v pervyye: data vvedeniya 2015-01-01 / razrabotan GNU NIIPZK Rossel'hozakademii. M. : Standartinform, 2014. 25 с.
9. Halafyan A. A. STATISTICA 6. Statisticheskij analiz dannykh : uchebnyk. 3-e izd. M. : Binom-Press, 2007. 512 s.
10. Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz : per. s angl. / pod red. I. S. Enyukova. M. : Finansy i statistika, 1989. S. 78–130.
11. Kornell P. Analiz dannykh v Excel : per. s angl. M. : Eksmo, 2007. С. 112–138.
12. Metodicheskie rekomendatsii po razrabotke ekspertnoj sistemy kolorimetriceskoy identifikatsii prodovol'stvennykh i neprodovol'stvennykh tovarov / sost. Yu. T. Platov, R. A. Platova, G. A. Bobozhonova. M. : REU im. G. V. Plekhanova, 2017. 48 s.

Статья поступила в редакцию 02.02.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 677.021: 539.422.5

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-19-26

Евгений Львович Пашин¹

Александр Валерьевич Орлов²

¹Костромская государственная сельскохозяйственная академия, пос. Каравеево, Россия

²Костромской государственный университет, Кострома, Россия

¹evgpashin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5871-874X>

²aorlov@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4995-3393>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРУЖЕНИЯ И РАЗРЫВА ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН ПРИ ОДНООСНОМ РАСТЯЖЕНИИ

Анотация. В статье проведен анализ ряда существующих работ, рассматривающих особенности процесса разрыва льняного волокна, в том числе связанных с поведением связей в матрице волокон. В частности, указано на необходимость учета постепенного разрушения индивидуальных волокнистых пучков в ходе разрыва. По результатам анализа составлена многокомпонентная механическая модель, учитывающая различные эффекты, имеющие место в ходе разрыва. На основании этой модели создана программа для ЭВМ, выполняющая моделирование поведения пучка при разрыве. Проведено моделирование разрыва нескольких прядей льняного волокна, обладающих различными характеристиками. Результаты моделирования согласуются с наблюдаемым поведением реальных образцов, что позволяет использовать данную модель для оценки влияния различных свойств льняного волокна на его прочностные характеристики.

Ключевые слова: лен, трепаное волокно, разрыв, моделирование, упругость, внутреннее трение, волокнистый пучок, растяжение

Для цитирования: Пашин Е. Л., Орлов А. В. Моделирование процесса нагружения и разрыва льняных волокон при одноосном растяжении // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 19–26. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-19-26/>

Original article

Evgeniy L. Pashin¹, Aleksandr V. Orlov²

¹Kostroma State Agricultural Academy, Karavayevo, Russia

²Kostroma State University, Kostroma, Russia

MODELLING FLAX FIBRE STRETCHING AND TEARING PROCESS UNDER SINGLE AXIS LOAD

Abstract. The article examines existing works considering the process of tearing of flax fibre, specifically fibrous matrix and linkages within it. In particular authors point out the necessity of taking into account the destruction of individual fibres during deformation and tearing process. The end result of this analysis is a multipart mechanical model allowing for various effects that may take place during the said process. This model is implemented in software and used to model the behaviour of several strands of fibre of varying quality. The results match the observed behaviour of actual samples with similar properties, which allows using the model presented to estimate the effect various properties of flax fibre have on its tensile strength.

Keywords: flax, flax fibre, scotched flax, tearing, model, elasticity, internal friction, fibrous strand, stretching

For citation: Pashin E. L., Orlov A. V. Modelling flax fiber stretching and tearing process under single axis load. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):19–26. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-19-26>.

По действующим государственным стандартам важнейшим показателем качества льняного волокна является его разрывное усилие. Его определяют посредством одноосного разрыва навесок технических волокнистых комплексов в виде отрезков длиной 0,27 м и массой 0,42 г [1, 2]. Для испытания используют мят-

никовые динамометры, конструкции которых не лишены недостатков [3]. Однако при создании более совершенной техники возникает необходимость в моделировании процесса разрыва волокон, например для оценки влияния их свойств на результаты разрыва [4], контроля воспроизводимости получаемых результатов, а также тестирования машин. Подобные разработки

© Пашин Е. Л., Орлов А. В., 2021

проводились в области механики нити, в частности ее старения [5].

С этой целью рассмотрим особенности структуры навески льняных волокон, подвергаемых разрыву в воздушно-сухом состоянии. Она состоит из волокнистых прядей (ВП), каждая из которых в результате механической переработки варьируемых по свойствам стеблей тресты состоит из пучков волокон (ПВ). По своей структуре эти пучки представляют соединенные между собой анастомозными связями элементарные комплексы (ЭК) в виде совокупности смещенных по длине друг относительно друга элементарных волокон (ЭВ) конечной длины и веретенообразной формы. ЭВ связаны (склеены) между собой органической композицией, состоящей из неволокнистых примесей [6]. В ее состав может входить лигнин, который по мере биологического созревания льняного растения способен «цементировать» ЭВ между собой, затрудняя их продольные смещения [7].

При осевом растяжении ПВ в зависимости от их структуры, свойств ЭВ и клеящей композиции могут возникать различные структурные изменения и деформации с последующим разрывом. Возникающие при этом усилия во многом связаны с особенностями ослабления межволоконных связей в процессе преобразования стеблей соломы в тресту. В отличие от исходных ПВ в стеблях соломы в тресте они имеют более рыхлое состояние и в меньшей степени связаны друг с другом. Причиной этому является результат действия ферментативной системы пектиноразлагающих и иных микроорганизмов, активно развивающихся в процессе росной мочки, как повсеместно используемого способа получения тресты [8]. По завершению процесса получения тресты ЭВ в ПВ удерживаются посредством отдельных участков склейки, расположенных в основном в местах контакта волокон. В воздушно-сухом состоянии смещение ЭВ друг относительно друга из-за указанной склейки является затруднительным. Однако в процессе роста натяжения из-за неровноты свойств и размеров склейки количество участков склейки уменьшается из-за возрастающих касательных напряжений. При дальнейшем растяжении происходит разрыв ВП, состоящих из ПВ, у которых в месте разрыва могут наблюдаться как разрушенные, так и целые с сохраненными окончаниями элементарные волокна [9].

Таким образом, льняное волокно представляет собой совокупность субструктур в виде сборной конструкции, которая при одноосном натяжении и разрыве разрушается поочередно (рис. 1). Этот процесс может протекать по

разным сценариям. Если между элементарными волокнами связи не разрушены, что характерно для недолежалой тресты или стеблей с повышенным содержанием лигнина, то в основном будет наблюдаться разрыв элементарных волокон. Сам пучок при этом деформируется как упругое тело с величиной относительного удлинения до 2–3 %. При другом сценарии, если в процессе росной мочки, в результате биодеструкции внутренней структуры стебля, связи между волокнами ослаблены, а места склейки не лигнифицированы, то возможны относительные смещения ЭВ. Такие смещения будут происходить из-за разрушения локально и случайно расположенных связей вплоть до полного отсутствия контактов между этими волокнами и разрыва ПВ. Общая деформация ВП в процессе растяжения до разрыва может заметно возрастать, что подтверждается практикой испытаний [10].

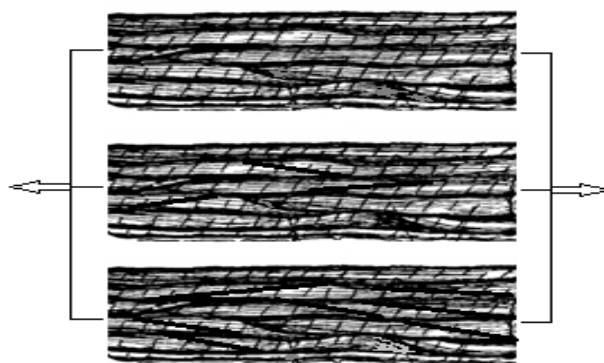


Рис. 1. Представление льняного волокна в виде сборной конструкции пучка при растяжении

При таком рассмотрении нельзя не учитывать повышенную гетерогенность свойств льняного волокна [11], обусловленную вариацией диаметра ЭВ, расположением волокон по длине стеблей, степенью их биологической зрелости и вылежки при получении тресты [12]. Это во многом определяет характер указанных сценариев структурных изменений при одноосном растяжении и разрыве волокнистых комплексов. При этом очевидно, что они будут протекать в условиях одновременного и стохастического проявления свойств элементарных волокон, клеящей композиции и возникающих при растяжении напряжений в каждом элементе склейки.

С учетом [13] отметим, что льняное волокно в виде совокупности параллельных ВП может быть подобно структуре армированного дискретными волокнами композиционного материала. При таком подходе моделирование процесса растяжения и разрыва требует учета особенностей деформирования и разрушения как каждого ВК, так и в целом всей системы из

них в виде параллельных элементов. Последнее возможно на основе теорий разрыва пучка волокон, известных в области текстильного материаловедения [14–17].

При рассмотрении различных моделей разрушения армированных волокнами композитов [18] для нашей задачи, когда наполнитель представлен в виде дискретных параллельных между собой волокон, наиболее приемлемыми являются вероятностные модели с проявлением сдвиговых явлений [19].

Заслуживает внимания вероятностная модель, предложенная Б. Розеном [20]. Ее основой служат представления о том, что в условиях варьирования параметров, определяющих структуру и свойства волокнистых комплексов, их разрушения будут протекать в определенной последовательности. Первые разрывы связей возникают в дефектных (наиболее ослабленных) местах при низком уровне напряжений. В дальнейшем, за счет наличия более прочных связей произойдет последующее увеличение растягивающей нагрузки при одновременном разрушении других слабых связей. Наконец, после разрушения всех связей волокнистый комплекс будет разрываться.

При использовании моделей сдвигового анализа прочность армированного волокнами композита определяется с учетом так называемой неэффективной l^* и критической $l_{кр}$ длин волокон. Величина $l_{кр}$ увеличивается с уменьшением касательных напряжений $\tau_{г.р}$, соответствующих сдвиговой прочности границы раздела «волокно – матрица», и увеличением растягивающих напряжений $(\sigma_{в})_{в}$, определяющих прочность волокон на разрыв, а также с увеличением их диаметра $d_{в}$ [21].

Понятия $l_{кр}$ и l^* вытекают из особенностей распределения напряжений по длине дискретных волокон как армирующих элементов. Применительно к $l_{кр}$ возникающие при одноосном растяжении касательные напряжения имеют максимальные значения на концах волокон, а растягивающие на этих участках минимальны и не обеспечивают упрочнение композиции «волокно – матрица». Такое соотношение напряжений определяет сущность неэффективной длины волокон l^* как расстояние от их концов, где растягивающие напряжения в значительной степени не достигают напряжений, характеризующих прочность волокна на разрыв. При этом максимальное касательное напряжение, возникающее вблизи концов волокон, может лимитироваться пределом сдвиговой устойчивости системы волокно – матрица.

При определенных соотношениях длины волокон и значений l^* и $l_{кр}$ растягивающие напряжения в волокнах оказываются недостаточными для того, чтобы вызвать их разрушение. В этом случае они начинают выскальзывать (вытаскиваться) из матрицы с волокном. Иными словами, при прочих равных условиях с уменьшением силы связи (склейки) между волокнами вероятность появления при разрыве неразрушенных, но вытянутых из массива (комплекса композита) волокон может возрастать. Явлениями пластичности и вязкости ВП при растяжении в воздушно-сухом состоянии, в отличие от поведения волокон в мокром виде [14], возможно пренебречь.

С учетом указанных модельных представлений о разрушении волокнистых композитов и понятий неэффективной и критической длин волокна становится возможным рассмотрение процесса нагружения при растяжении ВП следующим образом. На начальных этапах в них начинают формироваться напряжения различной природы, вызывающие начальную деформацию ЭК в ПВ. При этом ЭК начинают растягиваться не одновременно из-за отсутствия их параллелизации и несовершенства условий зажима. Далее в прядях возникают деформации в основном упругого характера. На последующих этапах, в зависимости от длины, диаметра элементарных волокон, сил и мест склейки, а также вариации по этим параметрам, могут происходить разрушения связей, согласно указанной выше вероятностной картине разрушения. Будут наблюдаться изменения взаимного положения волокон. В волокне, полученном из стеблей перележалой тресты, число таких случаев будет значительным.

Изменения, связанные со смещением волокон друг относительно друга, можно представить в виде элементов трения, но с конечной величиной смещения Δ . Такие смещения, с позиций механики композитов, можно рассматривать как дефекты, определяющие прочность на разрыв волокнистого полимера [22]. Характер изменения прочности связей от их проявления можно принять сходным с изменением в композите касательных напряжений на границе «волокно – матрица», а именно от максимальной величины в центре длины ЭВ до нуля к их концам.

В результате разрыва ВП часть составляющих его элементарных волокон может быть разрушена посредством поперечных разрывов, а часть останется целыми из-за их выскальзывания при растаскивании пучков.

Такой порядок нагружения и разрыва волокон можно представить в виде линейной мо-

дели деформации, подобно [23], но с ограниченной по длине зоной смещения $\Delta_{см}$ ЭВ (рис. 2). Применительно к совокупности ПВ, состоящих из ЭК, линейная модель будет иной, но сходной с моделью разрыва совокупности параллельных пучков и учитывающей особенности разрыва технического льняного волокна на существующих разрывных машинах.

Как следует из представленной схемы, механическими аналогами возникающих при растяжении упругой деформации и связей (склеек) в виде силы трения, являются пружина и элемент трущихся на участке контакта $\Delta_{см}$ между собой определенных по размеру поверхностей. Поэтому возникающая сила трения $F_{тр}$ изменяется по величине и времени действия. Аналогом звена прослабления прядей при их начальном натяжении является элемент «люфта» $\Delta_{просл}$.

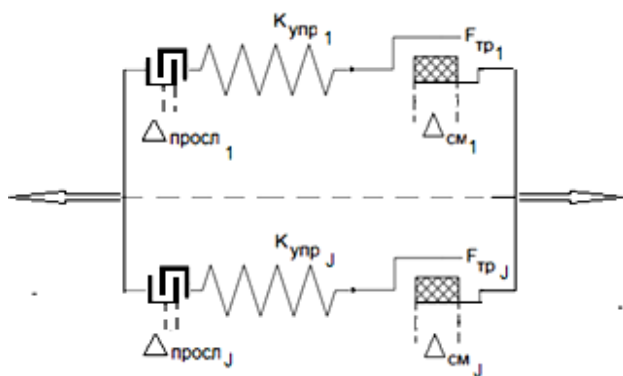


Рис. 2. Модель деформируемой при растяжении навески льняного волокна

При такой аналогии взаимодействия элементов системы при растяжении определяются случайно изменяющимися величинами коэффициентов упругости, сил сцепления волокон в виде $F_{тр}$ и люфтов $\Delta_{просл}$. Допустим, что их величины подчиняются закону нормального распределения. При формировании деформации пренебрегаем силами инерции, так как масса волокон не значительна и поэтому процесс разрыва можно рассматривать, как квазистатический.

Структурно-имитационное моделирование процесса разрыва предложено разбить на две стадии – моделирование поведения образца и моделирование приложения нагрузки. С учетом отсутствия связи исследуемых сил и скорости приложения нагрузки будем моделировать простейший случай, когда образец волокна деформируется с постоянной линейной скоростью.

Согласно названным выше условиям, сила упругости $F_{упр i}$, формируемая каждым ВП, может быть вычислена следующим образом:

$$F_{упр i}(x) = K_{упр i}(x - \Delta_{просл i}), \quad (1)$$

где $K_{упр i}$ – коэффициент упругости;

$\Delta_{просл i}$ – величина люфта, вызванного недостаточным начальным натяжением пучка;

x – общая величина деформации образца.

Эффект от разрушения связей между ЭВ будем учитывать так:

$$F_i(x) = \begin{cases} \min(F_{тр i}, F_{упр i}(x)), & \text{если } x < x_{крит i}, \\ 0, & \text{если } x \geq x_{крит i}, \end{cases} \quad (2)$$

где $F_{тр i}$ – величина силы разрушения связей для данного пучка;

$x_{крит i}$ – критическая деформация, вычисляемая по следующей формуле:

$$x_{крит i} = \frac{F_{тр i}}{K_{упр i}} + \Delta_{просл i} + \Delta_{см i}, \quad (3)$$

где $\Delta_{см i}$ – величина области контакта в данном пучке.

Применяя зависимости (1)–(3), по достижении пучком величины деформации, равной $x_{крит i} - \Delta_{см i}$, начинается разрушение связей между элементарными волокнами, а по достижении пучком величины деформации $x_{крит i}$ происходит его полное разрушение. В интервале между этими двумя значениями величина $F_{тр i}$ убывает по линейному закону до нуля в момент разрушения пучка.

Непосредственное моделирование возникающих усилий при растяжении предложенной системы на ЭВМ осуществлялось по следующему алгоритму.

1. Формирование набора индивидуальных пучков и генерация случайных значений коэффициентов $K_{упр i}$, $F_{тр i}$, $\Delta_{просл i}$, $\Delta_{см i}$. При этом значения распределяются по нормальному закону. Математическое ожидание μ и стандартное отклонение σ задается пользователем. Начальная величина деформации x принимается равной 0.

2. Величина деформации x итеративно наращивается с выбранным шагом. На каждой итерации для заданной величины деформации по формулам (1)–(3) вычисляется совокупное усилие, оказываемое образцом: $F(x) = \sum F_i(x)$.

Реализация п. 2 повторяется до тех пор, пока величина усилия $F(x)$ не достигнет нуля, что будет означать полное разрушение образца.

Используя этот алгоритм, была составлена программа для ЭВМ. С ее помощью был

произведен численный эксперимент применительно к ВП, состоящей из ПВ, совокупно включающих 300 ЭК.

Исследовали 4 варианта ВП (Вар 1 – Вар 4), каждый с параметрами, представленными в таблице. При выборе табличных значений исходили из общепринятых представлений об изменении структуры исследуемых волокон, полученных из тресты различной степени вылежки и из стеблей с отличающейся вариацией по диаметру [6–8, 11]. Предполагали, что при получении тресты не наблюдалась деструкция целлюлозы волокон. Поэтому средние значения упругих характеристик волокон остаются неизменными. Их стандартные отклонения в процессе вылежки возрастают из-за отличия реакции стеблей разного диаметра на действие

микроорганизмов. Основные изменения структуры связаны с уменьшением по мере вылежки сил связи между элементарными волокнами и ростом величины их относительного смещения. Одновременно с этим по мере вылежки наблюдается рост варьирования по указанным параметрам. С учетом сказанного образец волокна (Вар 1) относится к недолежалой тресте, состоящей из выровненных по диаметру стеблей. Волокно (Вар 2) тоже из недолежалой тресты, но при наличии стеблей с повышенной вариацией диаметра. Образец (Вар 3) получен из хорошо вылежанной тресты, состоящей из стеблей, мало отличающихся по диаметру, а волокно по (Вар 4) сходно по вылежке с (Вар 3), но получено из стеблей с большей вариацией диаметра.

Т а б л и ц а

Свойства и параметры, используемые при моделировании

Свойства и параметры структуры модели	Статистические параметры по вариантам пучков							
	Математическое ожидание				Стандартное отклонение			
	Варианты пучков							
	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4	Вар 1	Вар 2	Вар 3	Вар 4
$K_{\text{впр } i_s}$, Н/м	300	300	300	300	50	100	50	100
$F_{\text{тр } i_s}$, Н	1,0	1,0	0,3	0,3	0,07	0,3	0,02	0,1
$\Delta_{\text{прсл } i_s}$, мм	1,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$\Delta_{\text{см } i_s}$, мм	0,5	0,5	2,0	2,0	0,03	0,15	0,07	0,7

Результаты моделирования представлены на рисунке 3 в виде зависимостей $F(x)$.

Сравнивая полученные модельные зависимости, выявляются различия по разрывному усилию волокон, полученных из стеблей тресты разной вылежки (Вар 1 и Вар 3). Из-за ослабления связей между ЭВ среднее значение разрывной нагрузки у волокон из недолежалой тресты значительно больше, чем у волокна из тресты нормальной вылежки.

Представляет интерес сравнение результатов разрыва волокон с равной разрывной нагрузкой, но имеющих разное варьирование по силам сцепления волокон, и их смещениям друг относительно друга. При таких условиях среднее значение разрывного усилия также снижается (Вар 1 и Вар 2; Вар 3 и Вар 4), одновременно с этим наблюдается рост общей деформации при разрыве. Этот рост объясняется повышенной вариацией сил связи и величиной участков контакта между волокнами.

Стоит обратить внимание на характер изменения силы сопротивления одноосной деформации моделируемой системы перед формированием максимального усилия для образца (Вар 3). На определенном участке усилие при растяжении стабилизируется и даже снижается, несмотря на растяжение волокон. Такая особен-

ность, вероятно, объясняется относительным смещением волокон, которое при определенном сочетании иных параметров ослабляет реакцию системы волокон при ее растяжении.

Следует отметить, что указанные изменения $F(x)$ согласуются с реальными результатами испытаний льняных волокон при их одноосном растяжении и разрыве [24, 25].

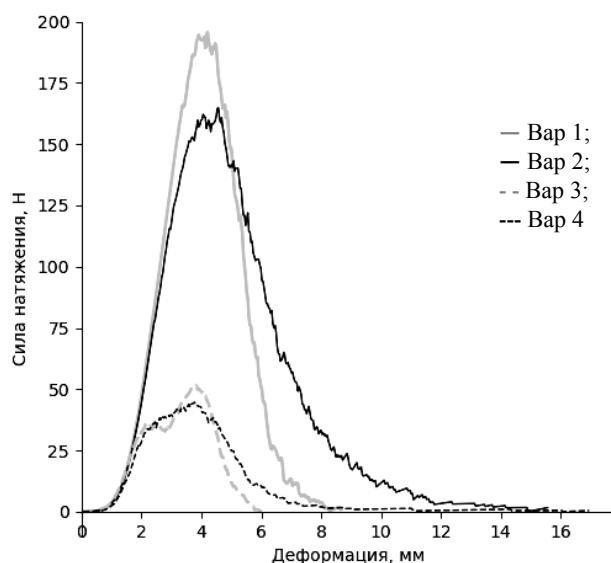


Рис. 3. Изменение усредненных по 300 элементарным комплексам сил натяжения в зависимости от деформации

ВЫВОДЫ

1. При моделировании процесса одноосного растяжения и разрыва льняных волокон в виде параллелизованных ВП необходимо учитывать особенности внутренней структуры волокнистых пучков, полученных из стеблей, отличающихся по биологической спелости и диаметру, а также из тресты разной степени вылежки.

2. При растяжении и разрыве волокна, в условиях воздушно-сухого состояния и отсутствия деструкции целлюлозы в ЭВ, на величину деформации совокупности ВП оказывает влияние относительное продольное смещение ЭВ вследствие частичного разрушения окружающих ПВ тканей и клеящего комплекса, удерживающего волокна в пучках. При таких условиях процесс растяжения и разрыва ВП можно моделировать с использованием вероятностных моделей разрушения армированных дискретными волокнами композитов с применением сдвигового анализа.

3. При структурно-имитационном моделировании процесса разрыва совокупности ВП структуру каждой пряжи возможно представить в виде последовательно расположенных звеньев: линейного элемента с коэффициентом упругости, элемента «сухого трения», обеспечивающего формирование силы трения на ограниченной длине контакта, а также наличия прослабления в виде «зазора» определенного размера. При этом параметры каждого звена являются случайными величинами, изменяющимися по закону нормального распределения с наперед заданным средним значением и дисперсией.

4. Полученные по результатам моделирования зависимости усилия и деформации согласуются с экспериментальными и выявляют существенное влияние сухого трения на величину разрывного усилия и общей деформации дисперсии параметров совокупности ВП.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 53484–2009. Лен трепаный. Технические условия : изд. офиц. : дата введения 01.01.2011 / Федеральное агентство по техническому регулированию. М. : Стандартинформ, 2010. 13 с.
2. ГОСТ Р 53549–2009. Лен чесаный. Технические требования : изд. офиц. : дата введения 01.01.2011 / Федеральное агентство по техническому регулированию. М. : Стандартинформ, 2010. 20 с.
3. Голубков В. С., Пирогов К. М., Смушкович Б. Л. Испытательные машины в текстильном материаловедении. М. : Легпромбытиздат, 1988. 208 с.
4. Назаренко Е. В., Рыклин Д. Б., Соколов С. В. Имитационное моделирование процесса растяжения и разрыва пучка волокон // Вестник Витебского ГТУ. 2014. Вып. 27. С. 62–69.
5. Севостьянов П. А. Моделирование старения нитей и волокон методами компьютерной имитации // Технологии и качество. 2019. № 4(46). С. 36–39.
6. Ордина В. М. Структура лубоволокнистых растений и ее изменение в процессе переработки. М. : Легкая индустрия, 1978. 127 с.
7. Гребёнкин А. Н. Взаимосвязь структуры, свойств и технологии диспергирования лубоволокнистого сырья в ультразвуковых и гидродинамических полях : дис. ... д-ра техн. наук / Санкт-Петерб. гос. ун-т технологий и дизайна. СПб., 2003. 432 с.
8. Пашин Е. Л., Пашина Л. В. Агропромышленные технологии получения льна. В 4-х ч. Ч 3. Производство тресты : учебное пособие. Кострома : Костром. гос. технол. ун-т, 2013. 155 с.
9. Берестнёв В. А., Флексер Л. А., Лукьянова Л. М. Микроструктура волокон и элементарных нитей и особенности их разрушения. М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1982. 248 с.
10. Вихарев С. М., Федосова Н. М., Батьков Н. В. Информационно-измерительная система на базе разрывной машины РМП-1 // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2008. № 1. С. 78–80.
11. Перепелкин К. Е. Структура и свойства волокон. М. : Химия, 1985. 208 с.
12. Тихвинский С. Ф. Улучшение качества прядильного льна. Л. : Колос, 1978. 112 с.
13. Пестовская Е. А. Развитие теории и совершенствование технологических процессов мокрого прядения льна : монография. Иваново : ИГТА, 2010. 200 с.
14. Крагельский И. В. Физические свойства лубяного сырья. М.-Л. : Гизлегпром, 1939. 470 с.
15. Поздняков Б. П. Методы статистического контроля и исследования текстильных материалов. М. : Легкая индустрия, 1978. 280 с.
16. Прочность пучка волокон // Студопедия : сайт (2013–2020). URL: https://studopedia.ru/6_25574_prochnost-puchka-voлокon.html (дата обращения: 06.11.2020).
17. Севостьянов П. А., Забродин Д. А., Дасюк П. Е. Компьютерное моделирование в задачах исследования текстильных материалов и производств. М. : Тисо Принт, 2014. 264 с.

18. Справочник по композиционным материалам : в 2 кн. : пер. с англ. / под ред. Дж. Любина ; под ред. Б. Э. Геллера. М. : Машиностроение, 1988. Кн. 1. 448 с. , Кн. 2. 584 с.
19. Landis C. M., Beyerlein I. J., McMeeking R. M. Micromechanical simulation of the failure of fiber reinforced composites // *J. Mech. Phys. Solids*. 2000. No 14. P. 621–648.
20. Rosen B. W. Tensile failure of fibrous composites // *AIAA J.* 1968. No 2. P. 1985–1991.
21. Прочность при растяжении КМ, армированных дискретными волокнами // *Студопедия* : сайт (2013–2020). URL: https://studopedia.ru/14_110141_prochnost-pri-rastyazhenii-km-armirovannih-diskretnimi-voлокнами.html (дата обращения: 06.11.2020).
22. Минин В. Н., Громов А. Н., Григорьев В. П. Дефектность и полимерные свойства полимерных материалов. Л. : Химия, 1986. 184 с.
23. Радов А. В., Севостьянов П. А. Исследование роли ньютоновского трения в некоторых волокнистых продуктах методами статистического компьютерного моделирования // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*. 2008. № 1. С. 92–95.
24. Вихарев С. М., Федосова Н. М. Особенности представления экспериментальных данных при использовании модернизированной разрывной машины // *Научные труды молодых ученых КГТУ*. Вып. 10. Ч. 1. Кострома, 2009. С. 6–9.
25. Федосова Н. М., Вихарев С. М. Влияние технологических приемов и степени вылежки тресты на прочностные характеристики однотипного льняного волокна // *Вестник Костромского государственного технологического университета*. 2012. № 2. С. 23–25.

REFERENCES

1. GOST R 53484–2009. Len trepanyj. Tekhnicheskie usloviya : izd. ofic. : data vvedeniya 01.01.2011 / Federal'noe agentstvo po tekhnicheskemu regulirovaniyu. M. : Standartinform, 2010. 13 s.
2. GOST R 53549–2009. Len chesanyj. Tekhnicheskie trebovaniya : izd. ofic. : data vvedeniya 01.01.2011 / Federal'noe agentstvo po tekhnicheskemu regulirovaniyu. M. : Standartinform, 2010. 20 s.
3. Golubkov V. S., Pirogov K. M., Smushkovich B. L. Ispytatel'nye mashiny v tekstil'nom materialovedenii. M. : Legprombytizdat, 1988. 208 s.
4. Nazarenko E. V., Ryklin D. B., Sokolov S. V. Imitacionnoe modelirovanie processa rastyazheniya i razryva puchka volokon // *Vestnik Vitebskogo GTU*. 2014. Vyp. 27. S. 62–69.
5. Sevost'yanov P. A. Modelirovanie stareniya nitej i volokon metodami komp'yuternoj imitacii // *Tekhnologii i kachestvo*. 2019. № 4(46). S. 36–39.
6. Ordina V. M. Struktura lubovoloknistyh rastenij i ee izmenenie v processe pereabotki. M. : Legkaya industriya, 1978. 127 s.
7. Grebyonkin A. N. Vzaimosvyaz' struktury, svojstv i tekhnologii dispergirovaniya lubovoloknistogo syr'ya v ul'trazvukovyh i gidrodinamicheskikh polyah : dis. ... d-ra tekhn. nauk / Sankt-Peterb. gos. un-t tekhnologii i dizajna. SPb., 2003. 432 s.
8. Pashin E. L., Pashina L. V. Agropromyshlennye tekhnologii polucheniya l'na. V 4-h ch. Ch 3. Proizvodstvo tresty : uchebnoe posobie. Kostroma : Kostrom. gos. tekhnol. un-t, 2013. 155 s.
9. Berestnyov V. A., Flekser L. A., Luk'yanova L. M. Mikrostruktura volokon i elementarnyh nitej i osobennosti ih razrusheniya. M. : Leg. i pishch. prom-st', 1982. 248 s.
10. Viharev S. M., Fedosova N. M., Bat'kov N. V. Informacionno-izmeritel'naya sistema na baze razryvnoj mashiny RMP-1 // *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2008. № 1. S. 78–80.
11. Perepelkin K. E. Struktura i svojstva volokon. M. : Himiya, 1985. 208 s.
12. Tihvinskij S. F. Uluchshenie kachestva pryadil'nogo l'na. L. : Kolos, 1978. 112 s.
13. Pestovskaya E. A. Razvitie teorii i sovershenstvovanie tekhnologicheskikh processov mokrogo pryadeniya l'na : monografiya. Ivanovo : IGTA, 2010. 200 s.
14. Kragel'skij I. V. Fizicheskie svojstva lubyanogo syr'ya. M.-L. : Gizlegprom, 1939. 470 s.
15. Pozdnyakov B. P. Metody statisticheskogo kontrolya i issledovaniya tekstil'nyh materialov. M. : Legkaya industriya, 1978. 280 s.
16. Prochnost' puchka volokon // *Studopediya* : sayt (2013–2020). URL: https://studopedia.su/6_25574_prochnost-puchka-voлокна.html (data obrashcheniya: 06.11.2020).
17. Sevost'yanov P. A., Zabrodin D. A., Dasyuk P. E. Komp'yuternoe modelirovanie v zadachah issledovaniya tekstil'nyh materialov i proizvodstv. M. : Tiso Print, 2014. 264 s.
18. Справочник по композиционным материалам : в 2 кн. : пер. с англ. / под ред. Д.ж. Любина ; под ред. В. Е. Геллера. М. : Машиностроение, 1988. Кн. 1. 448 с. , Кн. 2. 584 с.

19. Landis C. M., Beyerlein I. J., McMeeking R. M. Micromechanical simulation of the failure of fiber reinforced composites // *J. Mech. Phys. Solids*. 2000. No 14. P. 621–648.
20. Rosen B. W. Tensile failure of fibrous composites // *AIAA J.* 1968. No 2. P. 1985–1991.
21. Prochnost' pri rastyazhenii KM, armirovannykh diskretnymi voloknami // *Studopediya : sayt* (2013–2020). URL: https://studopedia.ru/14_110141_prochnost-pri-rastyazhenii-km-armirovannykh-diskretnymi-voloknami.html (data obrashcheniya: 06.11.2020).
22. Minin V. N., Gromov A. N., Grigor'ev V. P. Defektnost' i polimernye svoystva polimernykh materialov. L. : Himiya, 1986. 184 s.
23. Radov A. V., Sevost'yanov P. A. Issledovanie roli n'yutonovskogo treniya v nekotorykh voloknistykh produktakh metodami statisticheskogo komp'yuternogo modelirovaniya // *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti*. 2008. № 1. S. 92–95.
24. Viharev S. M., Fedosova N. M. Osobennosti predstavleniya eksperimental'nykh dannykh pri ispol'zovanii modernizirovannoy razryvnoy mashiny // *Nauchnye trudy molodykh uchenykh KGTU. Vyp. 10. Ch. 1. Kostroma*, 2009. S. 6–9.
25. Fedosova N. M., Viharev S. M. Vliyaniye tekhnologicheskikh priemov i stepeni vylezhki tresty na prochnostnyye harakteristiki odnotipnogo l'nyanogo volokna // *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2012. № 2. S. 23–25.

Статья поступила в редакцию 11.02.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 675.1.01/08

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-27-32

Ирина Дмитриевна Пухова¹

Мария Владимировна Горбачева²

Татьяна Вячеславовна Сухинина³

^{1,2,3}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –

МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

¹iriwka86@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3776-6192>

²gmv76@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3654-4440>

³tatiyana-suhinina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6130-8960>

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЖЕВЕННОГО ПОЛУФАБРИКАТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА

Аннотация. Работа посвящена исследованию возможности использования диметилсульфоксида (ДМСО) в технологии получения кожевенного полуфабриката для улучшения его функционально-технологических свойств и интенсификации процесса производства кожи. Кожевенный полуфабрикат получали по традиционной (контроль) и экспериментальной технологиям окуночным способом. Экспериментальная технология предполагала введение в зольные, пикельные и дубильные растворы препарата ДМСО в различных концентрациях: 2,0; 2,5; 3,0 % от массы голя для каждой операции, а также в пропорции 3,0 % в зольный раствор и по 1,5 % в пикельный и дубильный. Лучшие результаты по температуре сваривания и деформационным свойствам кожевенного полуфабриката были получены при использовании ДМСО в концентрациях 2,0 : 2,0 : 2,0 % и 3,0 : 1,5 : 1,5 % от массы голя. Кроме того, преимуществом предлагаемого технического решения является возможность оптимизации процесса зольения и пикелевания.

Ключевые слова: шкуры северного оленя, свойства кожи, кожевенный полуфабрикат, технология кожи, диметилсульфоксид, кожевенное производство, дубильный раствор

Для цитирования: Пухова И. Д., Горбачева М. В., Сухинина Т. В. Исследование функционально-технологических свойств кожевенного полуфабриката при использовании диметилсульфоксида // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 27–32. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-27-32>.

Original article

Irina D. Pukhova, Mariya V. Gorbacheva, Tat'yana V. Sukhinina

Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russia

OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SEMI-FINISHED LEATHER PROPERTIES WITH DIMETHYL SULFOXIDE USE

Abstract. The work is devoted to the study of the possibility of using dimethylsulfoxide (DMSO) in the technology of obtaining a semi-finished leather product to improve its functional and technological properties and to intensify the process of leather production. The semi-finished leather product was prepared according to the traditional (control) and experimental technologies by dipping method. The experimental technology involved the introduction of DMSO into ash, pickle and tannin solutions in various concentrations: 2.0; 2.5; 3.0 % of the weight of the minnow for each operation, as well as in the proportion of 3.0 % in the ash solution and 1.5% in the pickle and tannin. The best results on the welding temperature and deformation properties of the semi-finished leather product were obtained when using DMSO in concentrations of 2.0:2.0:2.0 % and 3.0:1.5:1.5 % of the minnow weight. In addition, the advantage of the proposed technical solution is the ability to optimise the process of ashing and pickling.

Keywords: reindeer skins, properties of leather, semi-finished leather, leather technology, dimethyl sulfoxide, leather production, tannic solution

For citation: Pukhova I. D., Gorbacheva M. V., Sukhinina T. V. Of functional and technological properties of semi-finished leather properties with dimethyl sulfoxide use. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):27–32. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-27-32>.

Кожевенная и обувная промышленность традиционно играет заметную роль в экономике государства, обеспечивая потребительский рынок широким ассортиментом продукции, производя натуральные и искусственные мягкие и жесткие кожи, обувь и одежду, кожно-галантерейные товары, детали для машиностроительного производства, включая ремонт этих изделий [1, с. 4].

Районы Крайнего Севера и приравненные к ним территории обладают огромными природными и товарно-сырьевыми богатствами. Северное домашнее оленеводство России составляет более 70 % мирового поголовья жевотных, оно сосредоточено в 18 субъектах Федерации четырех федеральных округов [2].

Шкуры северного оленя представляют собой ценное сырье для меховой и кожевенной промышленности [3]. Благодаря уникальным теплозащитным и прочностным свойствам, эластичности и мягкости они идеально подходят для производства верхней одежды и замши [4].

Согласно проведенным патентным исследованиям установлено, что на протяжении нескольких десятилетий вопросам переработки сырья и продукции оленеводства посвящен целый ряд исследований, технических решений и изобретений. Анализ научно-технической информации показал, что обработка сырья для производства кож высокого качества требует не только новейшего технологического оборудования, но и большого количества химических реагентов и водопотребления. Соответственно, назрела особая необходимость революционизирующего преобразования промышленности путем интенсификации производства, внедрения наукоемких достижений, значительного улучшения качества продукции [5], в том числе придания кожевенным товарам свойств, обеспечивающих их комфортность, привлекательность и более полное удовлетворение потребностей покупателя, повышение экспортного потенциала отечественных кожевенных товаров [6]. Одним из решений может стать применение диметилсульфоксида в технологии производства кожи, успешный опыт использования которого в процессе дубления отражен в работах отечественных ученых [7].

Вышеизложенное дало нам основание считать выбранное направление исследований важным и актуальным, особенно принимая во внимание государственную программу развития районов Крайнего Севера и приравненных к ним территорий. В настоящей работе приведены результаты исследования возможности

использования диметилсульфоксида (ДМСО) в технологии получения кожевенного полуфабриката для улучшения его функционально-технологических свойств и интенсификации процесса производства кожи.

Объектом исследования служил кожевенный полуфабрикат, полученный из шкур взрослого северного оленя сухосоленого способа консервирования. Сырье было предоставлено с/х перерабатывающим снабженческо-сбытовым потребительским кооперативом «Чукотка», г. Анадырь Чукотский АО (ЧАО).

Выбор объектов исследований был обусловлен технологическими возможностями и структурными особенностями шкур северного оленя, позволяющими их использовать как в кожевенном, так и меховом производстве для пошива одежды, обувных и галантерейных товаров.

В качестве контрольного варианта в экспериментах использовался кожевенный полуфабрикат, получаемый по традиционной технологии (табл. 1).

Экспериментальная технология предполагала введение в зольные, пикельные и дубильные растворы препарата ДМСО в различных концентрациях (табл. 2). Остальные технологические условия и параметры соответствовали традиционной методике получения полуфабриката окуночным способом (табл. 1, 3). Жидкостные операции проводили в лабораторных барабанах с циклическим вращением.

В работе были использованы органолептические и физико-химические методы исследований, принятые в отрасли. Обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета программ Microsoft Office, с применением методов математической статистики с уровнем достоверности $p = 95\%$.

В ходе проведения зольения отмечена интенсификация процесса и изменение степени наполненности (нажора) голя в зависимости от применения ДМСО в различных концентрациях. Наибольшая степень разрыхления структуры голя и набухания коллагена достигнуты по истечении 14 часов при введении ДМСО в количестве 3,0 и 2,5 %, в отличие от контрольного образца, что, вероятно, связано с лучшим проникновением, распределением рабочего раствора.

Результаты исследований температуры сваривания и pH водной вытяжки кожевенного полуфабриката представлены в таблице 4.

Полученные значения температуры сваривания показывают хорошую степень продубленности опытных образцов кожевенного полуфабриката, особенно по вариантам 3 и 5, и соот-

ветствуют виду выбранного дубителя (хром-синтановый) (см. табл. 4). Кроме того, показатель рН водной вытяжки, который определяют при анализе почти всех видов кожи, так как свободная кислота, оставшаяся в кожевой ткани после

различных обработок, вызывает постепенное снижение прочности, не превышает 5,0 и соответствует требованиям нормативно-технической документации.

Таблица 1

Параметры технологических операций получения кожевенного полуфабриката по традиционной технологии

Операция	Условия и состав рабочего раствора
1. Отмока	NaCl – 20 г/л; ПАВ (Level P) – 1 мл/л
2. Мездрение	Механическое удаление подкожно-жировой клетчатки
3. Золение	Оксид кальция CaO – 40 г/л; сернистый натрий Na ₂ S – 12 г/л
4. Обеззоливание	Сульфат аммония (NH ₄) ₂ SO ₄ – 5 г/л
5. «Чистка лица» – чистка лицевой поверхности голя на косе вручную	
6. Пикелевание	NaCl – 60 г/л; серная кислота H ₂ SO ₄ – 3 мл/л; уксусная кислота CH ₃ COOH – 5 мл/л
7. Домездривание (при необходимости)	Необходимо удалить все прирезы и подкожно-жировой слой
8. Дубление	NaCl – 10 г/л; дубитель: Lovatan CR – 21 г/л; ПАВ (Level P) – 1 мл/л
Повышение основности: добавление кальцинированной соды в два этапа в количестве по 1,5 г/л	
9. Жирование (намазь)	Жировой эмульсией: Pellan GLS, Pellan FSN, H ₂ O, в соотношении 1 : 1 : 1
10. Сушка – Пролежка	
11. Увлажнение	Раствор: глицерин 5 мл/л, H ₂ O
12. Разбивка, тяжка, шлифовка	На тянательно-мягильных, разбивочных и шлифовальных машинах
<i>Готовый кожевенный полуфабрикат из шкур взрослого северного оленя</i>	

Таблица 2

Расход ДМСО в технологии получения кожевенного полуфабриката из шкур взрослого северного оленя

Вариант обработки	Количество ДМСО в различных технологических процессах, % от массы голя		
	Золение	Пикелевание	Дубление
Традиционная технология			
1 вариант (контроль)	0	0	0
Экспериментальная технология			
2 вариант	2,0	2,0	2,0
3 вариант	2,5	2,5	2,5
4 вариант	3,0	3,0	3,0
5 вариант	3,0	1,5	1,5

Таблица 3

Параметры технологических операций получения кожевенного полуфабриката с добавлением ДМСО в различных концентрациях

Операция	Условия и состав рабочего раствора
1. Отмока	NaCl – 20 г/л; ПАВ (Level P) – 1 мл/л
2. Мездрение	Механическое удаление подкожно-жировой клетчатки
3. Золение	Оксид кальция CaO – 40 г/л; сернистый натрий Na ₂ S – 12 г/л; ДМСО – 2,0; 2,5; 3,0 % от массы шкуры
4. Обеззоливание	Сульфат аммония (NH ₄) ₂ SO ₄ – 5 г/л
5. «Чистка лица» – чистка лицевой поверхности голя на косе вручную	
6. Пикелевание	NaCl – 60 г/л; серная кислота H ₂ SO ₄ – 3 мл/л; уксусная кислота CH ₃ COOH – 5 мл/л ДМСО – 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 % от массы голя
7. Домездривание (при необходимости)	Необходимо удалить все прирезы и подкожно-жировой слой
8. Дубление	NaCl – 10 г/л; дубитель: Lovatan CR – 21 г/л; ПАВ (Level P) – 1 мл/л; ДМСО – 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 % от массы голя
Повышение основности: добавление кальцинированной соды в два этапа в количестве по 1,5 г/л	
9. Жирование (намазь)	Жировой эмульсией: Pellan GLS, Pellan FSN, H ₂ O, в соотношении 1 : 1 : 1
10. Сушка – Пролежка	
11. Увлажнение	Раствор: глицерин 5 мл/л, H ₂ O
12. Разбивка, тяжка, шлифовка	На тянательно-мягильных, разбивочных и шлифовальных машинах
<i>Готовый кожевенный полуфабрикат из шкур взрослого северного оленя</i>	

Т а б л и ц а 4

Температура сваривания и рН водной вытяжки кожевенного полуфабриката из шкур взрослого северного оленя

Вариант обработки	Концентрация ДМСО, % от массы голяя	Температура сваривания кожевенного полуфабриката, °С	рН водной вытяжки
Традиционная технология (контроль)			
1 вариант	0	84,0	4,1
Экспериментальная технология			
2 вариант	2,0 : 2,0 : 2,0	84,0	4,0
3 вариант	2,5 : 2,5 : 2,5	87,0	3,7
4 вариант	3,0 : 3,0 : 3,0	82,0	3,6
5 вариант	3,0 : 1,5 : 1,5	88,5	3,9
*Средние показатели по данным литературы для кож, выдубленных синтетическими дубителями		60...70	3,0...5,0

Исследования химического состава кожевенного полуфабриката показали, что независимо от варианта образцы соответствовали требованиям нормативно-технической документации, что указывает на правильность проведения технологических процессов и подобранных параметров.

В таблице 5 и на рисунке представлены результаты исследования физико-механических свойств, влияющих на долговечность и другие эксплуатационные свойства готовых изделий. Количество повторностей в каждом эксперименте составляло $n = 25$.

Т а б л и ц а 5

Физико-механические показатели опытных образцов кожевенного полуфабриката

Вариант обработки	Концентрация ДМСО, % от массы голяя	Разрывное напряжение, МПа	Удлинение при разрыве, %
Традиционная технология			
1 вариант	0	19,24 ± 0,44	75,6 ± 1,8
Экспериментальная технология			
2 вариант	2,0 : 2,0 : 2,0	22,39 ± 0,51	74,4 ± 1,8
3 вариант	2,5 : 2,5 : 2,5	25,05 ± 0,58	56,8 ± 1,4
4 вариант	3,0 : 3,0 : 3,0	20,16 ± 0,46	95,6 ± 2,3
5 вариант	3,0 : 1,5 : 1,5	28,85 ± 0,67	51,6 ± 1,2

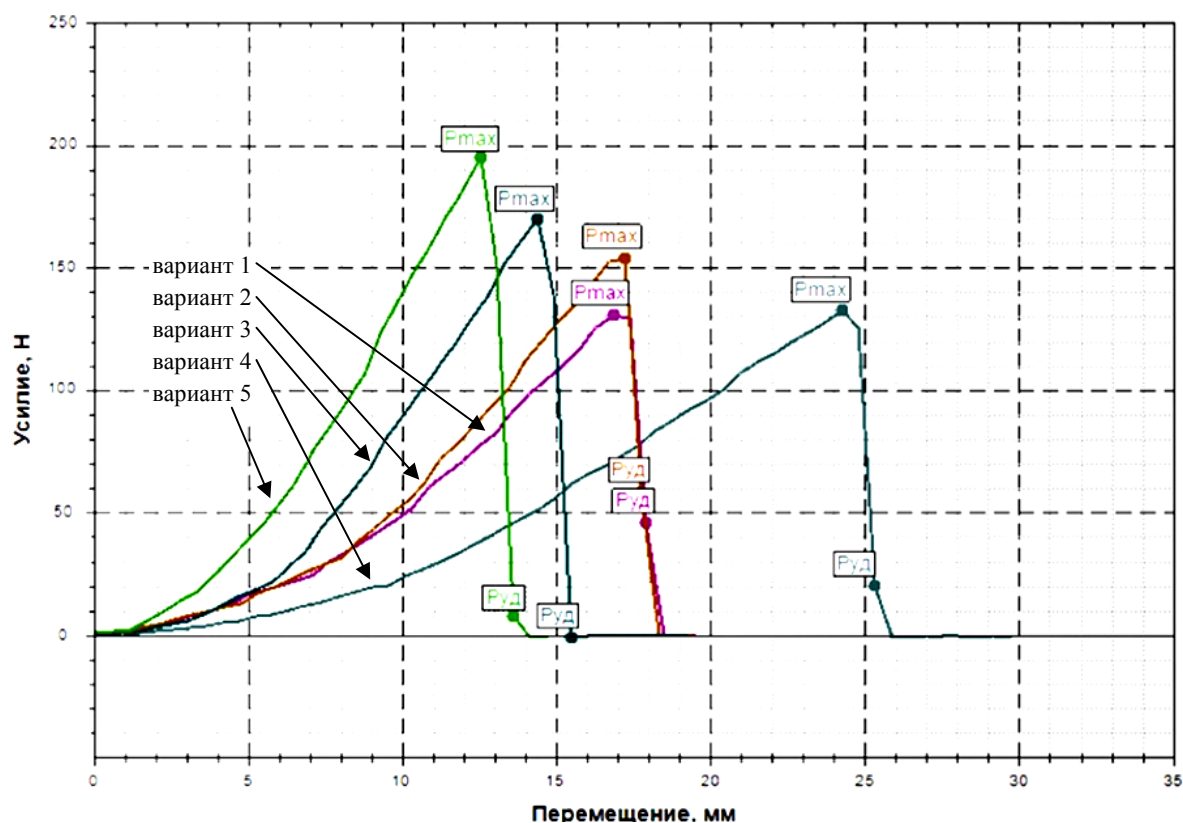


Рис. Деформационные свойства кожевенного полуфабриката

Как видно из данных таблицы 5, предлагаемые технические решения позволяют получить кожевенный полуфабрикат с высокими прочностными показателями и хорошими пластическими свойствами, характерными для данного вида кож. Причем, наибольшее значение разрывного напряжения установлено в опытном образце № 5 с добавлением ДМСО в количестве 3,0 : 1,5 : 1,5 % от массы голя, которое составило 26,85 МПа, что в 1,4 раза превышает контроль. Выявлено, что с повышением концентрации ДМСО увеличивается разрывное напряжение кожевенного полуфабриката, что обусловлено высокой пенетрирующей способностью и транспортной функцией препарата, благодаря чему дубитель глубже и равномернее проникает по всей площади полуфабриката, образуя большее количество поперечных связей коллагена, оказывающих влияние на стабильность структуры материала. Вместе с тем при максимальной концентрации препарата (вариант 4) установлено заметное снижение исследуемого показателя до 20 МПа, что можно объяснить разрывом, предположительно, пептидных связей и термодеструкционными изменениями фибриллярного белка коллагена. В работах А. Н. Неверова с соавт., например [8], также показаны преимущества использования диметилсульфоксида в дублении кожи и меха, описан механизм образования хромового комплекса с ДМСО.

На рисунке хорошо видно, что использование ДМСО в зольных, пикельных и дубиль-

ных растворах в концентрации 3,0 : 3,0 : 3,0 % от массы голя способствовало увеличению удлинения при разрыве кожевенного полуфабриката до 23,9 мм и, как следствие, снижению его упругой деформации. Исследования показали, что добавление ДМСО в концентрации 2,0 : 2,0 : 2,0 % от массы голя не обеспечило улучшение прочностных свойств, так, кожевенный полуфабрикат по варианту 3 обладал схожими характеристиками с контрольными образцами, разница между средними значениями разрывного напряжения и удлинения не достоверна при $p \leq 0,95$.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что лучшие результаты по температуре сваривания и деформационным свойствам были получены при использовании ДМСО в концентрациях 2,5 : 2,5 : 2,5 % и 3,0 : 1,5 : 1,5 % от массы голя.

ВЫВОД

Усовершенствование технологии получения кожевенного полуфабриката из шкур северного оленя путем использования вспомогательного химического материала – ДМСО, обладающего высокой транспортирующей способностью, которая облегчает проникновение растворов внутрь дермы и их равномерному распределению в различных слоях кожной ткани, способствовало не только интенсификации процессов зольения и пикелевания, но и позволило улучшить прочностные показатели кожевенного полуфабриката.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 54207–2010. Ресурсосбережение. Кожевенная промышленность. Наилучшие доступные технологии использования энергоресурсов. Введ. 2012-01-01. М. : Стандартинформ, 2011. 57 с.
2. Пухова И. Д., Горбачева М. В., Сухинина Т. В. Маложидкостной способ получения кожевенного полуфабриката из шкур северного оленя // Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование : сб. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф. (8–10 сентября 2020 г.) / М-во образования и науки Республики Бурятия, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления. Улан-Уде, 2020. С. 45–51.
3. Реусова Т. В. Формирование товарных свойств мехового полуфабриката из шкур северного оленя : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2004. 24 с.
4. Сухинина Т. В., Горбачева М. В. Оптимизация подготовительных процессов производства кож страуса // Новые технологии и материалы легкой промышленности : сб. ст. XVI Всерос. науч.-практ. конф. с элементами научной школы для студентов и молодых ученых. Казань, 2020. С. 327–330.
5. Сычева А. А. Экономический и технологический аспекты инновационных процессов на кожевенных предприятиях / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskij-i-tehnologicheskij-aspekty-innovatsionnyh-protsessov-na-kozhevennyh-predpriyatiyah/viewer> (дата обращения: 02.02.2021).
6. Забродин В. А., Лайшев К. А., Дубовик И. К. Развитие северного оленеводства в рамках осуществления арктических интересов России // Известия СПбГАУ. 2015. № 40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-severnogo-olenevodstva-v-ramkah-osuschestvleniya-arkticheskikh-interesov-rossii> (дата обращения: 02.02.2021).

7. Патент РФ № 2158312. Способ дублирования меха / Неверов А. Н., Пехтасева Е. Л., Шишкина И. Г. ; заявитель и патентообладатель «Российская экономическая академия им. Г. В. Плеханова». Заявл. 05.05.1999. Оpubл. 27.10.2000.
8. Патент РФ № 2047998 МПК C14C 3/06 (1995.01). Способ дублирования кожи / Неверов А. Н., Якушева Г. Г., Умаленова Н. В., Зленко А. А. ; патентообладатель Российская экономическая академия им. Г. В. Плеханова. Заяв. 9494014769 от 20.04.1994. Оpubл. 10.11.1995.

REFERENCES

1. GOST R 54207–2010. Resursosberezhenie. Kozhevennaya promyshlennost'. Nailuchshie dostupnye tekhnologii ispol'zovaniya energoresursov. Vved. 2012-01-01. M. : Standartinform, 2011. 57 s.
2. Puhova I. D., Gorbacheva M. V., Suhinina T. V. Malozhidkostnoj sposob polucheniya kozhevnogo polufabrikata iz shkur severnogo olenya // Kozha i mekh v XXI veke: tekhnologiya, kachestvo, ekologiya, obrazovanie : sb. st. XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (8–10 sentyabrya 2020 g.) / M-vo obrazovaniya i nauki Respubliki Buryatiya, Vostochno-Sibirskij gosudarstvennyj universitet tekhnologij i upravleniya. Ulan-Ude, 2020. S. 45–51.
3. Reusova T. V. Formirovanie tovarnyh svojstv mekhovogo polufabrikata iz shkur severnogo olenya : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2004. 24 s.
4. Suhinina T. V., Gorbacheva M. V. Optimizaciya podgotovitel'nyh processov proizvodstva kozh strausa // Novye tekhnologii i materialy legkoj promyshlennosti : sb. st. XVI Vseros. nauch.-prakt. konf. s elementami nauchnoj shkoly dlya studentov i molodyh uchenyh. Kazan', 2020. S. 327–330.
5. Sycheva A. A. Ekonomicheskij i tekhnologicheskij aspekty innovacionnyh processov na kozhevnyh predpriyatiyah / Nizhegorodskij gosudarstvennyj universitet im. N. I. Lobachevskogo, 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskij-i-tehnologicheskij-aspekty-innovatsionnyh-protsessov-na-kozhevnyh-predpriyatiyah/viewer> (data obrashcheniya: 02.02.2021).
6. Zabrodin V. A., Lajshev K. A., Dubovik I. K. Razvitie severnogo olenevodstva v ramkah osushchestvleniya arkticheskikh interesov Rossii // Izvestiya SPbGAU. 2015. № 40. URL: <https://cyber-leninka.ru/article/n/razvitie-severnogo-olenevodstva-v-ramkah-osushchestvleniya-arkticheskikh-interesov-rossii> (data obrashcheniya: 02.02.2021).
7. Patent RF № 2158312. Sposob dubleniya mekha / Neverov A. N., Pekhtasheva E. L., SHishkina I. G. ; zayavitel' i patentoobladatel' «Rossijskaya ekonomicheskaya akademiya im. G. V. Plekhanova». Zayavl. 05.05.1999. Opubl. 27.10.2000.
8. Patent RF № 2047998 МПК C14C 3/06 (1995.01). Sposob dubleniya kozhi / Neverov A. N., Yakusheva G. G., Umalenova N. V., Zlenko A. A. ; patentoobladatel' Rossijskaya ekonomicheskaya akademiya im. G. V. Plekhanova. Zayav. 9494014769 ot 20.04.1994. Opubl. 10.11.1995.

Статья поступила в редакцию 03.02.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 677.017

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-33-37

Вероника Владимировна Замышляева¹

Татьяна Леонидовна Акиндинова²

^{1,2}Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹vverrona@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7242-7033>

²tat-akindinova25@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0863-8661>

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗГИБА ДЛЯ КОНФЕКЦИОНИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БОРТОВЫХ ТКАНЕЙ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований характеристик изгиба современных бортовых тканей разного волокнистого состава. Исследования проводились автоматизированным методом, позволяющим реализовать графическую запись процесса изгиба и восстановления после изгиба посредством специально разработанного программного обеспечения. Метод позволяет определить не только стандартные, но и новые характеристики изгиба. Предложены новые показатели качества, определяющие способность бортовых тканей к переработке в качественные бортовые прокладки и позволяющие оценить устойчивость формы швейного изделия при эксплуатации. Установлена целесообразность экспериментальной оценки этих показателей для современного ассортимента бортовых тканей. Приведены справочные сведения по показателям технологических свойств бортовых тканей, позволяющие цифровизировать конфекционирование. Предложен новый алгоритм рационального выбора формоустойчивых тканей, ориентированный на новые характеристики изгиба – коэффициент устойчивости структуры и разность работ.

Ключевые слова: бортовые ткани, автоматизированная система, характеристики изгиба, конфекционирование, цифровизация, формоустойчивость, изгиб

Для цитирования: Замышляева В. В., Акиндинова Т. Л. Экспериментальные исследования характеристик изгиба для конфекционирования современных бортовых тканей // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 33–37. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-33-37>

Original article

Veronika V. Zamyshlyeva, Tat'yana L. Akindinova

Kostroma State University, Kostroma, Russia

EXPERIMENTAL STUDIES OF BENDING CHARACTERISTICS FOR SELECTION OF MODERN OF STIFFENING FABRICS

Abstract. The article presents the results of studies of the bending characteristics of modern stiffening fabrics of different fibrous composition. The studies were carried out by an automated method that allows implementing a graphical record of the bending process and recovery after bending using specially developed software. The method allows determining not only standard, but also new bending characteristics. New quality indicators, which determine the ability of stiffening fabrics to be processed into high-quality stiffening pads and allow assessing the garment shape stability during operation, are proposed. The expediency of experimental evaluation of these indicators for the modern range of stiffening fabrics is established. The reference data on indicators of technological properties of stiffening fabrics allowing digitalising selection is given. A new algorithm for the rational choice of shape-stable fabrics is proposed, focused on new characteristics of bending – the structure stability coefficient and the difference in work.

Keywords: stiffening fabrics, automated system, bending characteristics, selection of fabrics, digitalisation, dimensional stability, bending

For citation: Zamyshlyeva V. V., Akindinova T. L. Experimental studies of bending characteristics for selection of modern of stiffening fabrics. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):33–37. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-33-37>.

Исследования в области структуры и свойств новых современных текстильных материалов актуальны, так как определяют качество одежды. Недостаток информации по свойствам современных бортовых тканей приводит к тому, что они не всегда рационально используются при изготовлении швейных изделий.

Справочные сведения, существующие в настоящее время, приведены по классическим льносодержащим бортовым тканям [1, с. 69–71; 2, с. 81–83; 3, с. 19–22; 4, с. 4–5] и сводятся в основном к показателям жесткости на изгиб. При конфекционировании бортовых тканей ориентируются на группы жесткости: I группа – 4,5...7 сН; II группа – 7,1...15 сН; III группа –

15,1...30 сН [5, с. 2], не принимая во внимание показатели упругости тканей при изгибе.

Новый ассортимент бортовых тканей существенно отличается от классического, прежде всего, по волокнистому составу. Имеют место синтетические бортовые ткани (100 % полиэфирные волокна) и ткани из химических волокон с вложением шерстяных, хлопковых и льняных волокон.

В качестве объектов исследований выбраны образцы современных бортовых тканей с разной поверхностной плотностью и линейной плотностью основных и уточных нитей, различные по волокнистому составу (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Характеристики строения бортовых тканей

Артикул	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м ²	Линейная плотность нитей, текс		Плотность ткани, число нитей на 10 см	
			T _o	T _y	P _o	P _y
SD13	ПЭ – 100	170	32	86	165	150
274473	ЖВ – 32, ПЭ – 68	185	56	104	125	115
CT400	ЖВ – 35, ПЭ – 65	192	32	80	165	150
F9012N	Хлопок – 33, ЖВ – 33, ПЭ – 34	185	40	90	160	140
CS906A	Хлопок – 44, ПЭ – 31, ЖВ – 25	170	40	108	125	120
CS900S	Хлопок – 3, ЖВ – 33, ПЭ – 64	160	40	80	140	125
215091	Хлопок – 35, ЖВ – 20, ПЭ – 45	190	48	100	150	125
BH911	Хлопок – 42, ЖВ – 23, ПЭ – 23, Ввис – 12	190	34	80	255	130
BH231	Хлопок – 27, ЖВ – 36, ПЭ – 10, Ввис – 27	196	20	100	255	150
215090	Хлопок – 23, ЖВ – 33, ПЭ – 32, Ввис – 12	170	40	80	145	135
CT139	Хлопок – 2, ЖВ – 24, ПЭ – 48, Ввис – 26	200	48	132	180	92
DB9308	Хлопок – 2, ЖВ – 24, ПЭ – 48, Ввис – 26	200	40	80	196	150
WO543c	Хлопок – 13, ЖВ – 23, ПЭ – 46, Ввис – 18	205	34	130	240	100
CT119	Хлопок – 16, ЖВ – 24, ПЭ – 40, Ввис – 20	185	40	90	185	125

Примечание: ЖВ – животный волос; ПЭ – полиэфирное волокно; Ввис – вискозное волокно.

Исследования жесткости современных бортовых тканей, выполненные методом консоли [6, с. 40], позволили оценить анизотропию жесткости в ортогональных направлениях, но не дали возможности определить упругие свойства.

Повышение информативности измерений реализовано экспериментальными исследованиями характеристик изгиба современных бортовых

тканей, выполненных по разработанной методике на автоматизированной системе [7, с. 14–23]. Разработанная автоматизированная методика позволяет, кроме стандартных характеристик жесткости и упругости, найти комплекс новых характеристик, определяющих способность тканей к переработке в качественные бортовые прокладки.

Для оценки характеристик изгиба предложены следующие показатели: работа изгиба $A_{из}$; работа восстановления $A_{в}$; разность работ ΔA (гистерезис); коэффициент устойчивости структуры $K_{из}$ (табл. 2). Коэффициент устойчивости структуры определяется процентным отношением работы восстановления к работе изгиба. Показатели «устойчивость структуры ткани при изгибе» и «разность работ» являются основными показателями качества, которые обеспечивают стабильность формы швейного изделия. Чем ближе значение коэффициента устойчивости структуры к 100 % и меньше разность работ, тем выше формоустойчивость бортовых тканей и бортовых прокладок.

Новые характеристики изгиба бортовых тканей позволяют устанавливать рациональные варианты раскроя слоя бортовой прокладки, которые могут обеспечить требуемую жесткость и стабильность структуры при изгибе. Например, бортовую ткань арт. WO543c лучше использовать при раскрое основного слоя по утку, а арт. СТ119 – по основе, так как в соответствующих направлениях обеспечивается высокая жесткость и устойчивость структуры. Бортовая ткань арт. F9012N обладает близкими характеристиками свойств в ортогональных направлениях, поэтому раскрой основного слоя бортовой прокладки возможно осуществлять и по основе, и по утку.

Таблица 2

Характеристики изгиба современных бортовых тканей

Артикул	Направление раскроя	Стандартные характеристики изгиба		Новые характеристики изгиба			
		Жесткость P , сН	Упругость U , %	Работа изгиба $A_{из}$, мкДж	Работа восстановления $A_{в}$, мкДж	Разность работ (гистерезис) ΔA , мкДж	Коэффициент устойчивости структуры $K_{из}$, %
SD13	Основа	38,0	89,5	55,6	70,3	35,6	83
	Уток	39,0	94,7	66,8	71,8	35,8	96
274473	Основа	8,0	88,9	66,8	26,9	35,0	43
	Уток	11,0	89,5	89,7	57,2	32,5	64
СТ400	Основа	13,0	81,7	54,0	38,7	15,3	71
	Уток	14,0	91,6	72,9	63,0	9,9	86
F9012N	Основа	6,5	87,9	44,1	27,5	16,6	62
	Уток	14,0	88,8	99,3	63,5	35,8	64
CS906A	Основа	12,0	83,7	55,2	37,9	17,3	69
	Уток	10,5	91,6	60,8	59,3	1,5	97
CS900S	Основа	6,4	80,0	54,6	27,6	26,9	51
	Уток	8,7	84,7	54,2	34,8	19,5	50
215091	Основа	10,7	71,1	68,6	23,6	44,9	34
	Уток	19,0	98,9	116,2	57,4	58,8	49
BH911	Основа	7,7	83,7	41,9	30,3	11,6	72
	Уток	13,5	96,8	80,8	57,7	23,1	71
BH231	Основа	2,9	68,4	21,9	11,2	10,8	51
	Уток	11,8	91,1	66,4	53,3	13,1	80
215090	Основа	11,8	84,2	67,2	56,4	10,8	84
	Уток	11,9	84,2	63,6	50,2	13,5	79
СТ139	Основа	8,4	85,8	43,2	33,2	10,0	77
	Уток	13,8	92,6	66,8	55,9	10,8	84
DB9308	Основа	4,4	95,3	27,9	16,4	11,4	59
	Уток	8,8	82,6	46,5	39,9	9,6	79
WO543c	Основа	2,4	58,4	20,8	6,4	6,4	50
	Уток	5,9	90,0	12,9	24,2	0,8	97
СТ119	Основа	12,0	93,7	67,1	60,3	6,9	90
	Уток	5,8	85,7	120,5	77,0	43,5	64

Проведенные исследования показали, что характеристики изгиба бортовых тканей имеют широкий диапазон. Например, работа изгиба по утку составляет от 10,9 до 99,3 мкДж, а по основе – от 12,8 до 86,6 мкДж; коэффициент устойчивости структуры по утку варьируется от 49 до 97 %, а по основе – от 43 до 90 %. Значительные интервалы изменения характеристик изгиба современных бортовых тканей обу-

словливают необходимость экспериментальной оценки этих показателей для применяемого ассортимента тканей.

Комплексные исследования современных бортовых тканей по характеристикам изгиба, не имеющим аналогов в текстильном материаловедении, позволяют объективно характеризовать технологические свойства бортовых тканей и предложить новый алгоритм выбора современ-

ных бортовых тканей, который ориентируется на новые характеристики изгиба – коэффициент устойчивости структуры и разность работ.

Алгоритм рационального выбора бортовых тканей для формоустойчивых бортовых прокладок включает два этапа: на первом этапе выбирают ткань по требуемой жесткости, на втором – анализируют новые показатели изгиба (коэффициент устойчивости структуры и разность работ) и выбирают ткань с более высокими коэффициентами устойчивости структуры и минимальными показателями разности работ. Например, при выборе тканей с близкими показателями жесткости (арт. F9012N – 6,5 сН и арт. CS900S – 6,4 сН) и высокими показателями упругости (более 80 %) целесообразно выбрать ткань арт. F9012N, так как она обладает лучшими показателями $K_{и}$ и ΔA , характеризующими формоустойчивость (арт. F9012N – $\Delta A = 16,6$ мкДж; $K_{и} = 62$ % и арт. CS900S – $\Delta A = 26,9$ мкДж; $K_{и} = 51$ %). При выборе рационального направления раскроя бортовых тканей с близкими показателями жесткости в ортогональных направлениях, например для ткани арт. CS906A (жесткость по основе 12 сН, жесткость по утку – 10,5 сН), целесообразно выбрать уточное направление, так как по утку ткань обладает более высокой формоустойчивостью, чем по основе (по утку $K_{и} = 97$ %, а по основе – 69 %; $\Delta A_{\text{по утку}} = 1,5$ мкДж, а $\Delta A_{\text{по основе}} = 17,3$ мкДж).

Составленные справочные сведения по показателям технологических свойств бортовых тканей помогают реализовать научно обоснованный

выбор материалов, осуществить цифровизацию конфекционирования бортовых тканей [8, с. 270–276; 9, т. 2, с. 180–186; 10, с. 94–99] и совершенствовать САПР одежды [11, с. 23]. Формирование цифровых моделей для проектирования и производства одежды включает информацию о поверхностной плотности, характеристиках жесткости, упругости, коэффициентах устойчивости структуры бортовых тканей и суммарную балльную оценку. Ткани, обладающие сочетанием высокой упругости с рациональной жесткостью, незначительной остаточной деформацией (максимальный $K_{и}$), имеют высокие баллы (90–100), что свидетельствует о высоких эксплуатационных свойствах и определяет их выбор для изготовления формоустойчивых швейных изделий.

ВЫВОДЫ

1. Проведены комплексные исследования современных бортовых тканей по характеристикам изгиба, не имеющим аналогов в текстильном материаловедении и позволяющим объективно характеризовать технологические свойства бортовых прокладок.

2. Составлены справочные сведения по показателям технологических свойств бортовых тканей, которые позволяют реализовать научно обоснованный выбор материалов и цифровизацию конфекционирования.

3. Предложен алгоритм рационального выбора бортовых тканей для формоустойчивых бортовых прокладок.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ревичева Ф. А. Изготовление женской и детской верхней одежды : учебник для учащихся профессионально-технических учебных заведений легкой промышленности. Изд. 2-е, испр. и доп. М. : Легкая индустрия, 1972. 343 с.
2. Антонов И. А., Березина М. Н. Технология изготовления мужских и детских пальто : учебник для профессионально-технических учебных заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Легкая индустрия, 1973. 256 с.
3. Ермакова К. И. Основные, производственные и подсобные лекала для женского пальто : учебник. М. : Легкая индустрия, 1974. 56 с.
4. ГОСТ 5665–2015. Ткани бортовые льняные и полульняные. Общие технические условия. Введ. 2016-07-01. М. : Стандартинформ, 2016. 8 с.
5. ГОСТ 24684–87. Материалы для одежды. Нормы жесткости. Введ. 1988-07-01. М. : Изд-во стандартов, 1987. 6 с.
6. Исследование жесткости современных бортовых тканей / В. В. Замышляева, Н. А. Смирнова, Т. Л. Акиндинова, А. А. Лебедева, К. И. Рогова // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий». Кострома : Костром. гос. ун-т, 2020. Ч. 2. С. 39–41.
7. Лапшин В. В., Смирнова Н. А. Автоматизированный измерительный комплекс как реализация концепции цифровизации в легкой промышленности : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2019. 107 с.
8. Смирнова Н. А., Лапшин В. В., Замышляева В. В. Цифровизация конфекционирования на базе создания интеллектуальных систем // Фундаментальные и прикладные проблемы создания мате-

- риалов и аспекты технологий текстильной и легкой промышленности : сб. ст. Всерос. науч.-техн. конф. / Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. С. 270–276.
9. Компьютерные технологии в конфекционировании материалов / Н. А. Смирнова, В. С. Белгородский, Е. Г. Андреева и др. // Вторые международные Косыгинские чтения, приуроченные к 100-летию РГУ имени А. Н. Косыгина : сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. симпозиума. М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2019. Т. 2. С. 180–186.
 10. Смирнова Н. А., Лапшин В. В., Замышляева В. В. Материаловедение в решении задач цифровизации и импортозамещения // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2020. № 1. С. 94–99.
 11. Основные аспекты формирования цифровых моделей для проектирования производства одежды с использованием аддитивных технологий / Е. Г. Белгородский, В. В. Гетманцева, Е. Г. Андреева и др. // Текстильная и легкая промышленность. 2019. № 1. С. 23–25.

REFERENCES

1. Revicheva F. A. Izgotovlenie zhenskoj i detskoj verhnej odezhdy : uchebnik dlya uchashchihsya professional'no-tekhnicheskikh uchebnyh zavedenij legkoj promyshlennosti. Izd. 2-e, ispr. i dop. M. : Legkaya industriya, 1972. 343 s.
2. Antonov I. A., Berezina M. N. Tekhnologiya izgotovleniya muzhskih i detskih pal'to : uchebnik dlya professional'no-tekhnicheskikh uchebnyh zavedenij. Izd. 2-e, pererab. i dop. M. : Legkaya industriya, 1973. 256 s.
3. Ermakova K. I. Osnovnye, proizvodstvennye i podsobnye lekala dlya zhenskogo pal'to : uchebnik. M. : Legkaya industriya, 1974. 56 s.
4. GOST 5665–2015. Tkani bortovye l'nyanye i polul'nyanye. Obshchie tekhnicheskie usloviya. Vved. 2016-07-01. M. : Standartinform, 2016. 8 s.
5. GOST 2468487. Materialy dlya odezhdy. Normy zhestkosti. Vved. 1988-07-01. M. : Izd-vo standartov, 1987. 6 s.
6. Issledovanie zhestkosti sovremennyh bortovyh tkaney / V. V. Zamyshlyayeva, N. A. Smirnova, T. L. Akindinova, A. A. Lebedeva, K. I. Rogova // Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. «Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij». Kostroma : Kostrom. gos. un-t, 2020. Ch. 2. S. 39–41.
7. Lapshin V. V., Smirnova N. A. Avtomatizirovannyj izmeritel'nyj kompleks kak realizaciya koncepcii cifrovizacii v legkoj promyshlennosti : monografiya. Kostroma : Kostrom. gos. un-t, 2019. 107 s.
8. Smirnova N. A., Lapshin V. V., Zamyshlyayeva V. V. Cifrovizaciya konfektionirovaniya na baze sozdaniya intellektual'nyh sistem // Fundamental'nye i prikladnye problemy sozdaniya materialov i aspekty tekhnologij tekstil'noj i legkoj promyshlennosti : sb. st. Vseros. nauch.-tekhn. konf. / Minobrнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. С. 270–276.
9. Комп'ютерные технологии в конфекционировании материалов / Н. А. Смирнова, В. С. Белгородский, Е. Г. Андреева и др. // Вторые международные Косыгинские чтения, приуроченные к 100-летию РГУ имени А. Н. Косыгина : сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. симпозиума. М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2019. Т. 2. С. 180–186.
10. Смирнова Н. А., Лапшин В. В., Замышляева В. В. Материаловедение в решении задач цифровизации и импортозамещения // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2020. № 1. С. 94–99.
11. Основные аспекты формирования цифровых моделей для проектирования производства одежды с использованием аддитивных технологий / Е. Г. Белгородский, В. В. Гетманцева, Е. Г. Андреева и др. // Текстильная и легкая промышленность. 2019. № 1. С. 23–25.

Статья поступила в редакцию 25.03.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 677.13

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-38-42

Марина Владимировна Антонова¹

Александр Сергеевич Парсанов²

^{1,2}Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

¹marisha.10@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7313-7804>

²parsanov1982@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9573-1521>

О ВЛИЯНИИ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА НА СВОЙСТВА ДЖУТА

Аннотация. В статье рассмотрено влияние высокочастотного емкостного разряда на механические свойства джутовых волокон и джутовых тканей. Изучены поверхностные изменения джутовых волокон методом сканирующей электронной атомно-силовой микроскопии. Авторами отмечено, что после воздействия газовым разрядом на волокнах наблюдается сглаживание границ рельефа, а также видны продукты травления поверхности волокон; при травлении в среде воздуха появляются разрушенные участки, поверхность повреждается и становится неоднородной. Выявлено повышение прочности волокон джута при модификации в реакционноспособных и инертных газах. В ходе экспериментов установлено, что прочность образцов джутовых волокон, обработанных в ВЧЕ-разряде в среде аргона и азота, выше исходных образцов волокон в среднем на 23 %. По экспериментальным данным выявлено увеличение разрывной нагрузки джутовых тканей в среднем до 20 %.

Ключевые слова: джутовое волокно, джутовая ткань, высокочастотный емкостной разряд, разрывная нагрузка, микроскопия, прочность, плазменное травление

Для цитирования: Антонова М. В., Парсанов А. С. О влиянии газового разряда на свойства джута // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 38–42. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-38-42>.

Original article

Marina V. Antonova¹, Aleksandr S. Parsanov²

^{1,2}Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

ON THE EFFECT OF A GAS DISCHARGE ON THE PROPERTIES OF JUTE

Abstract. The article considers the influence of high-frequency capacitive discharge on the mechanical properties of jute fibres and jute fabrics. The surface changes of jute fibres were studied by scanning electron atomic force microscopy. The authors noted that after exposure to a gas discharge on the fibres, there is a smoothing of the relief boundaries, and the products of etching of the fibre surface are also visible; when etching in the air, destructed areas appear, the surface is damaged and becomes inhomogeneous. An increase in the strength of jute fibres during modification in reactive and inert gases was revealed. During the experiments, it was found that the strength of the samples of jute fibres treated in the high-frequency capacitive discharge in the argon and nitrogen medium is higher than the original fibre samples by an average of 23 %. According to experimental data, an increase in the breaking load of jute fabrics was found to be up to 20% on average. The use of plasma modification at the stage of preparation of jute fibres for carding processes is recommended.

Keywords: jute fibre, jute fabric, high-frequency capacitive discharge, breaking load, microscopy, strength, plasma etching

For citation: Antonova M. V., Parsanov A. S. On the effect of a gas discharge on the properties of jute. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):38–42. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-38-42>.

К числу приоритетных направлений легкой промышленности относится получение экологически чистых материалов и технологий их обработки. Поэтому натуральные текстильные материалы становятся все более востребованными в различных отраслях промышленности. Джутовые волокна применяются для утепления зданий и сооружений, для производства технического

текстиля, композитов, а также декоративных тканей, национальной одежды, обуви, поздравительных открыток, формованных дверных панелей. Поэтому к данным видам волокнистых материалов применяются повышенные эксплуатационные требования, основанные на различных методах модификаций. В связи с тем что джутовые волокна обладают повышенной жесткостью, в России они используются в основном для производства грубых технических материалов.

© Антонова М. В., Парсанов А. С., 2021

Химические методы модификации, направленные на устранение жесткости волокон, неизбежно приводят к потере прочностных характеристик получаемых материалов. Кроме того, при разработке технологического процесса химической модификации джутового волокна необходимо учитывать специфику его структуры, химического состава и поведения основных примесей в щелочных растворах [1].

Среди эффективных электрофизических и электрохимических методов модификации волоконистых материалов необходимо выделить применение плазмы высокочастотного разряда в инертных и реакционноспособных газах. Такая обработка широко применяется для растительных волокон, таких как хлопок и лен. Поверхностная обработка натуральных волокон является одним из важных методов улучшения механических свойств композиционных материалов на их основе. В ряде работ [2–4] установлено, что в результате обработки натуральных текстильных материалов из льняных и хлопковых волокон в потоке плазмы ВЧЕ-разряда (высокочастотного емкостного) улучшаются технологические и механические свойства тканей без изменения их химического состава и нарушения микроструктуры.

Целью данной работы является исследование прочностных свойств джутовых волокон, модифицированных высокочастотным емкостным разрядом в среде различных газов.

В качестве объектов исследования использованы волокна джута и ткань мешочная джутовая обыкновенная [5]. Результаты по повышению прочности джутовых волокон получены на экспериментальной плазменной установке [6, 7]. Испытания проводились на промышленной установке ВЧЕ-разряда. Параметры установки: давление в рабочей камере $P = 24,4...22,4$ Па; расход газа $G = 1500$ см³/мин; мощность разряда $W = 1200$ Вт, варьируемые параметры – время обработки $t = 5...15$ мин, вид используемых газов (аргон, азот, воздух).

Прочностные характеристики образцов джутовой ткани находили на электромеханической разрывной машине РЭМ-5 («Метротест», Россия) по стандартным методикам [8]. Прочность волокон джута определяли косвенным методом на устройстве для определения прочности шерстяного волокна [9]. Для достоверности результатов эксперимента для исследования выбиралось 100 волокон для каждого режима обработки в ВЧЕ-разряде. Статистический расчет погрешности измерений проводили с помощью пакета программ Statistica. Поверхность волокон исследовали с помощью микроскопа Olympus

OLS LEXT 4000 (Olympus corporation, Япония) методом атомно-силовой микроскопии [10].

Для определения характера воздействия низкотемпературной плазмы на физико-механические свойства джутовых волокон и тканей использовались как стандартные, так и специальные методы исследований.

В исследованиях [2, 3, 6] выявлено, что плазменная модификация текстильных волокон и высокомолекулярных материалов приводит к изменениям их поверхностной структуры.

Для оценки воздействия низкотемпературной плазмы на структуру джутовых волокон исследовалась их поверхность методом атомно-силовой микроскопии. Для проведения данного эксперимента волокна джута закреплялись на предметном стекле и исследовались под микроскопом. Затем эти волокна обрабатывались в газовом разряде, после чего снова исследовались. Наиболее явные поверхностные изменения наблюдаются при обработке волокон в режимах плазменного травления в среде азота и воздуха. Микрофотографии образцов волокон до и после обработки в среде указанных газов представлены на рис. 1.

Как видно из микрофотографий (см. рис. 1), волокно джута имеет на поверхности систему широких канавок, параллельных оси волокна. До модификации рельеф волокон имеет более выраженный характер, границы канавок видны отчетливо.

После воздействия газовым разрядом на волокнах наблюдается сглаживание границ канавок, а также видны продукты травления поверхности волокон. Кроме того, на волокне при травлении в среде воздуха появляются деструктурированные участки, поверхность повреждается и становится неоднородной. При травлении в среде азота на волокне появляются трещины, поверхность волокна также становится неоднородной.

Изменение поверхностной структуры джутовых волокон может положительно сказываться на проведении жидкостных процессов обработки джута, таких как мягчение, делигнификация (дегуммирование) с использованием различных химических реагентов и крашение. Все указанные процессы проводят с применением агрессивных химических реагентов, воздействие которых приводит к значительной потере прочности волокон джута. Благодаря тому что плазменное травление приводит к образованию микротрещин на поверхности джута, повышаются его сорбционные свойства. Химические реагенты легче проникают вглубь волокна, а следовательно, возможно снижение их концентрации

в процессах обработки джута. Снижение концентрации химических реагентов способствует сохранению прочности волокон.

Одним из важных показателей износостойкости текстильных материалов является прочность составляющих их волокон. Как правило, она зависит от толщины и строения волокон. После микроскопического исследования проводилось измерение прочности джутовых волокон. В данном исследовании прочность волокон характеризуют величиной нагрузки при разрыве. Это связано с тем, что при расчете границы прочности волокна джута очень трудно определить площадь его поперечного сечения. Отклонение измеренной при испытании величины значительно, даже при тщательном подборе волокон. Характерной особенностью элементарного джутового волокна является нерав-

номерность его канала, который местами то расширяется, то сильно сужается до минимума [11]. Поэтому для испытываемой и контрольной проб волокна подбирают без дефектов и не менее 100 однородных по толщине для каждой пробы.

Для проведения эксперимента волокно закрепляли в зажим. К нижнему концу волокна прикреплялся сосуд для жидкости, в который приливалась вода до тех пор, пока не происходил обрыв. Нагрузкой при разрыве принималась масса сосуда с водой.

После статистической обработки данных выявлены средние значения прочности волокон в зависимости от времени обработки и вида используемого газа. Прочность волокон выражена в граммах (масса сосуда с водой, далее груза). Результаты экспериментов приведены на рис. 2.

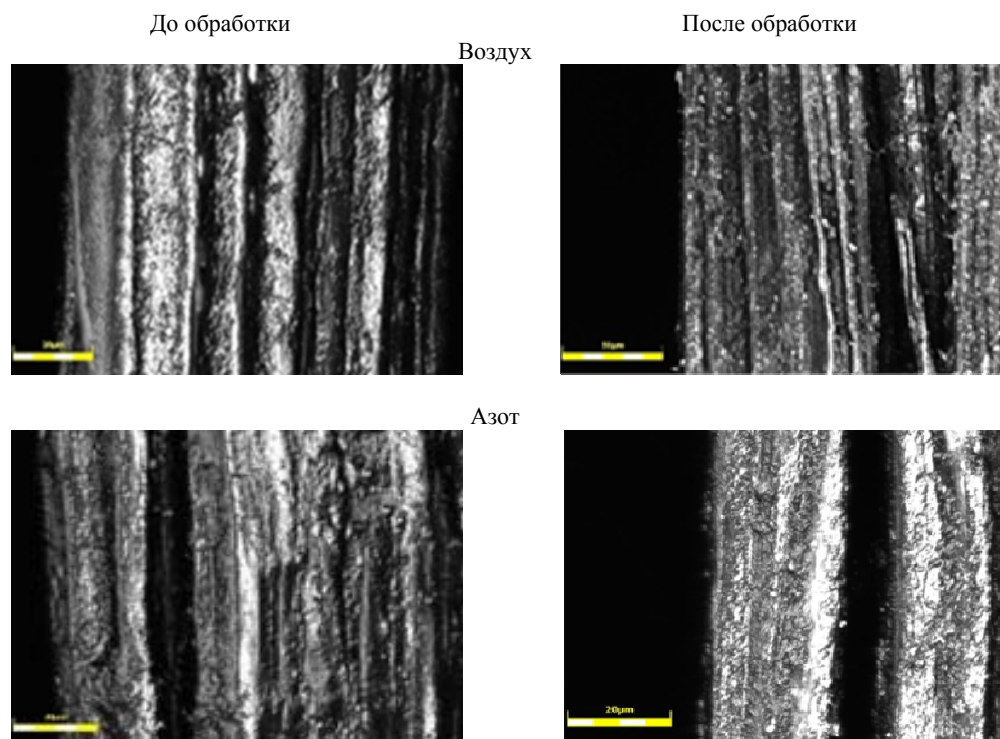


Рис. 1. Микрофотографии образцов джутовых волокон до и после модификации в газовом разряде, $\times 1000$

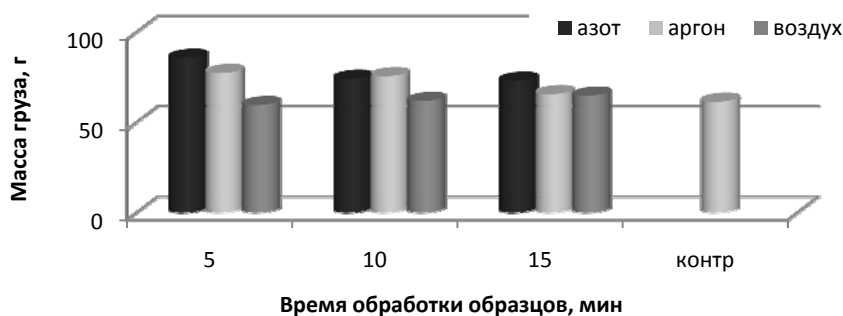


Рис. 2. Изменение массы выдерживаемого джутовым волокном груза от времени обработки в ВЧЕ-разряде и вида используемого газа

В ходе эксперимента выявлено, что прочность образцов джутовых волокон, обработанных в ВЧЕ-разряде в среде аргона и азота (см. рис. 2), выше исходных образцов волокон в среднем на 23 %. При этом обработка волокон джута в среде азота в течение 5 мин дает увеличение прочности до 40 % в сравнении с необработанным. Увеличение продолжительности обработки до 10 и 15 мин приводит к снижению прочности волокон. При травлении поверхности в среде воздуха происходит растрескивание волокна и, вследствие этого, прочность его снижается.

После определения прочности отдельных волокон джута проводилось измерение прочности ткани из джутовой пряжи. Для исследования выбрана ткань джутовая мешочная обыкновенная. Исследования механических характеристик джутовой ткани проводили до и после плазменной обработки согласно ГОСТ 3813–72. Для ткани выбран режим обработки в высокочастотном емкостном разряде при пониженном давлении в плазмообразующей среде инертного газа аргона, время обработки 5 мин.

Сводные данные по экспериментам представлены на рис. 3.

Из результатов экспериментов, представленных на рис. 3, видно, что обработка образцов ткани из джута в низкотемпературной плазме

позволила повысить показатель прочности на разрыв в сравнении с контрольным образцом до 20 % по основе и до 50 % по утку. При этом относительное удлинение модифицированных образцов ткани находится в пределах исходного необработанного образца.

ВЫВОДЫ

В исследовании показано, что обработка джутовых волокон в среде инертных и реакционноспособных газов приводит к повышению их прочности в среднем на 23 %, а также способствует увеличению разрывной нагрузки джутовой ткани до 20 %. Кроме того, выявлено, что обработка джутовых волокон в режиме плазменного травления в среде азота и воздуха приводит к поверхностным изменениям волокон. Структура поверхности становится неоднородной, рыхлой, появляются трещины.

Таким образом, модификация джутовых волокон низкотемпературной плазмой может быть использована на стадии подготовки сырья к процессам чесания, где волокно подвергается интенсивным механическим воздействиям. Кроме того, данная обработка может способствовать лучшему протеканию процессов отбеливания и крашения как джутовой пряжи, так и готовых джутовых изделий.

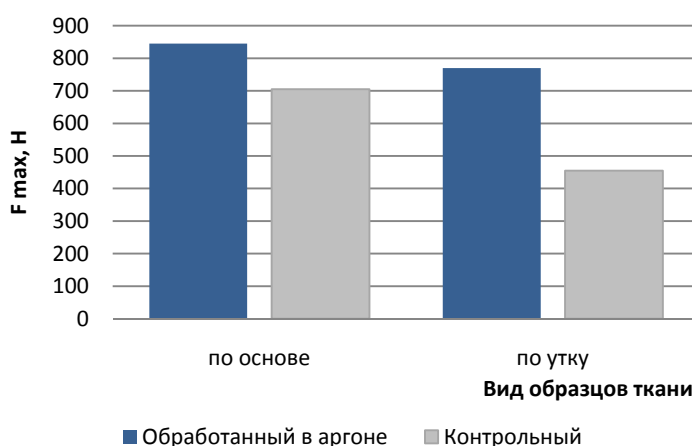


Рис. 3. Зависимость прочности джутовой ткани от режима обработки

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Коннычева М. В., Стокозенко В. Г., Морыганов А. П. Джутовое волокно: оценка возможности химической модификации // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2008. № 5(311). С. 65–68.
2. Structural and chemical changes of aramid fibers modified by low temperature plasma / A. Ibatullina, I. Krasina, M. Antonova, S. Ilushina et al // Journal of Physics: Conference Series. 2020. July. Vol. 1588. 012020.
3. Modification of semi-finished rabbit pelts by low-temperature plasma / A. R. Garifullina, V. A. Sysoev, G. G. Lutfullina, V. P. Tihonova et al // Journal of Physics: Conference Series. 2020. July. Vol. 1588. 012015.

4. The influence of the capacitive coupled radio-frequency discharge on cotton fiber and technological effects of its application / I. A. Borodaev, A. A. Azanova, V. S. Zheltukhin, L. N. Abutalipova et al // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Oct. Vol. 1328. 012033.
5. ГОСТ 30090–93. Мешки и мешочные ткани. Общие технические условия. Введ. 1995-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2001. 34 с.
6. Using of radio-frequency capacitive discharge plasma for modification of jute fabrics / M. V. Antonova, I. V. Krasina, S. V. Ilyushina, R. R. Mingaliev et al // Journal of Physics: Conference Series. 2020. July. Vol. 1588. 012003.
7. Исследование прочности джутовых волокон, модифицированных в ВЧ-разряде / Р. Р. Шаехметов, Т. О. Графская, М. В. Антонова, И. В. Красина // Новые технологии и материалы легкой промышленности : сб. ст. Казань, 2020. С. 258–260.
8. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. Введ. 1973-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2003. 21 с.
9. Головтеева А. А. Лабораторный практикум по химии и технологии кожи и меха : учеб. пособие для вузов / под ред. И. П. Страхова. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1982. 310 с.
10. 3D Measuring Laser Microscope LEXT OLS4000. URL: <https://www.olympus-ims.com/en/metrology/ols4000> (дата обращения: 19.04.2021).
11. Техническая энциклопедия. Т. 6. Графические методы – Доменная печь / гл. ред. Мартенс Л. К. М. : Советская энциклопедия, 1929. 925 с.

REFERENCES

1. Konycheva M. V., Stokozenko V. G., Moryganov A. P. Dzhutovoe volokno: ochenka vozmozhnosti himicheskoy modifikacii // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2008. № 5(311). S. 65–68.
2. Structural and chemical changes of aramid fibers modified by low temperature plasma / A. Ibatullina, I. Krasina, M. Antonova, S. Ilushina et al // Journal of Physics: Conference Series. 2020. July. Vol. 1588. 012020.
3. Modification of semi-finished rabbit pelts by low-temperature plasma / A. R. Garifullina, V. A. Sysoev, G. G. Lutfullina, V. P. Tihonova et al // Journal of Physics: Conference Series. 2020. July. Vol. 1588. 012015.
4. The influence of the capacitive coupled radio-frequency discharge on cotton fiber and technological effects of its application / I. A. Borodaev, A. A. Azanova, V. S. Zheltukhin, L. N. Abutalipova et al // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Oct. Vol. 1328. 012033.
5. GOST 30090–93. Meshki i meshochnye tkani. Obshchie tekhnicheskie usloviya. Vved. 1995-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2001. 34 с.
6. Using of radio-frequency capacitive discharge plasma for modification of jute fabrics / M. V. Antonova, I. V. Krasina, S. V. Ilyushina, R. R. Mingaliev et al // Journal of Physics: Conference Series. 2020. July. Vol. 1588. 012003.
7. Исследование прочности джутовых волокон, модифицированных в ВЧ-разряде / Р. Р. Шаехметов, Т. О. Графская, М. В. Антонова, И. В. Красина // Новые технологии и материалы легкой промышленности : сб. ст. Казань, 2020. С. 258–260.
8. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. Введ. 1973-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2003. 21 с.
9. Головтеева А. А. Лабораторный практикум по химии и технологии кожи и меха : учеб. пособие для вузов / под ред. И. П. Страхова. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1982. 310 с.
10. 3D Measuring Laser Microscope LEXT OLS4000. URL: <https://www.olympus-ims.com/en/metrology/ols4000> (дата обращения: 19.04.2021).
11. Техническая энциклопедия. Т. 6. Графические методы – Доменная печь / гл. ред. Мартенс Л. К. М. : Советская энциклопедия, 1929. 925 с.

Статья поступила в редакцию 30.04.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 687.023

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-43-48

Дарья Константиновна Панкевич¹

Игорь Анатольевич Буланчиков²

^{1,2} Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Беларусь

¹ dashapan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0328-9033>

² mers4917@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5706-2021>

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТРИКОТАЖНОЙ ОСНОВЕ

Аннотация. Статья посвящена исследованию прочности и износостойкости ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе. Дана характеристика композиционного мембранного трехслойного материала, обоснованы режимы его стачивания и методика испытаний. Проведены исследования прорубаемости материала, и выбрана геометрия острья иглы. Изложены результаты исследования прочности ниточных швов, выполненных вдоль петельного столбика лицевого слоя материала до и после моделирования эксплуатационных растягивающих нагрузок вдоль и поперек шва. Моделировали 15 000 циклов нагрузка – разгрузка, растягивая образец на величину 10 % от длины шва. В результате проведения полного факторного эксперимента установлено, что наибольшее влияние на прочность и износостойкость ниточного соединения композиционного материала оказывают линейная плотность ниток и диаметр иглы. Влияние частоты строчки неоднозначно для параметра износостойкости шва при растяжении вдоль и поперек строчки.

Ключевые слова: трикотаж, мембрана, ниточные швы, режимы стачивания, моделирование, прочность, износостойкость

Для цитирования: Панкевич Д. К., Буланчиков И. А. Эксплуатационные свойства ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 43–48. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-43-48>.

Original article

Dar'ya K. Pankevich, Igor A. Bulanchikov

Vitsebsk State Technological University, Vitsebsk, Belarus

PERFORMANCE PROPERTIES OF THREAD SEAMS OF KNITTED-BASED MEMBRANE MATERIALS

Abstract. The article is devoted to the study of the strength and wear resistance of thread seams of membrane materials on a knitted basis. The characteristics of the composite membrane three-layer material are given and the modes of its stitching and the test method are substantiated. Investigations of material cutting through with a needle were carried out and the geometry of the sewing needle point was chosen. The results of the study of the strength of thread seams made along of the front layer of the material before and after modelling the operational tensile loads along and across the seam are presented. 15000 load-unload cycles were simulated, stretching the sample by 10 % of the seam length. As a result of a full factorial experiment, it was found that the linear density of the threads and the diameter of the needle have the greatest effect on the strength and wear resistance of the thread seams of the composite material. The influence of the sewing frequency is ambiguous for the parameter of the wear resistance of the seam when stretched along and across the line.

Keywords: jersey, membrane, thread seams, sewing modes, modelling, strength, wear resistance

For citation: Pankevich D. K., Bulanchikov I. A. Performance properties of thread seams of knitted-based membrane materials. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):43–48. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-43-48>.

Технология изготовления одежды из мембранных материалов на трикотажной основе принципиально не отличается от традиционной технологии поузловой обработки, однако имеет существенные особенности в плане выбора ре-

жимов ниточных соединений. При пошиве изделий из таких материалов могут возникать проблемы, поскольку выполнение строчек происходит в условиях повышенного сопротивления проколу иглой и интенсивного трения швейной нитки о слою материала в процессе образования стежка. Нити трикотажных слоев,

© Панкевич Д. К., Буланчиков И. А., 2021

закрепленные в структуре композита связующим, плохо сдвигаются под действием острия иглы и имеют повышенную склонность к прорубанию иглой. Полимерная мембранная пленка точечно повреждается по линии строчки. При последующей эксплуатации изделия нитки шва могут перетираться кромкой полимерной пленки и связующего. В результате возможны следующие нежелательные явления: явная и скрытая прорубка, значительное снижение прочности или разрушение ниточного соединения при эксплуатации изделий.

Анализ источников литературы показал, что исследования прочности и износостойкости ниточных швов посвящены в основном ниточным соединениям однослойных материалов [1, с. 230–238; 2] либо многослойных материалов с мембранным слоем, выработанных на тканой основе [3–5]. При этом моделирование эксплуатационных нагрузок на ниточные швы освещено крайне скудно. В работах [1, с. 114; 6, с. 8] указывают на значимость метода моделирования эксплуатационного износа в лабораторных условиях и необходимость его использования в целях прогнозирования качества швейных изделий. Особенно важны такие исследования для новых малоизученных материалов.

Статья посвящена оптимизации режимов ниточного соединения мембранного материала на трикотажной основе по параметрам прочности и износостойкости. Критериями прочности и износостойкости в данной работе приняты показатели разрывной нагрузки шва до и после многоциклового растяжения и изгиба соответственно. В качестве факторов, влияющих на критерии оптимизации, выделены диаметр и геометрия острия швейной иглы, линейная плотность швейных ниток, частота строчки.

Для исследования износостойкости ниточных швов использовали метод моделирования эксплуатационных нагрузок и установку (рис. 1), разработанную на кафедре «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ», г. Витебск. Установка позволяет многократно с определенной частотой подвергать образцы материалов циклическому изгибу и растяжению при различных заданных значениях деформации растяжения (ΔL). Одновременно можно испытывать четыре плоские пробы, заправленные в горизонтально расположенные зажимы. В результате взаимодействия подвижных и неподвижных зажимов пробе сообщается попеременно деформация изгиба и растяжения в продольном направлении.

На основании данных литературных источников устанавливали следующие режимы моделирования:

- растяжение 10 % от первоначальной длины пробы [7, с. 20];
- количество циклов нагружения 15 000 [1, с. 125].

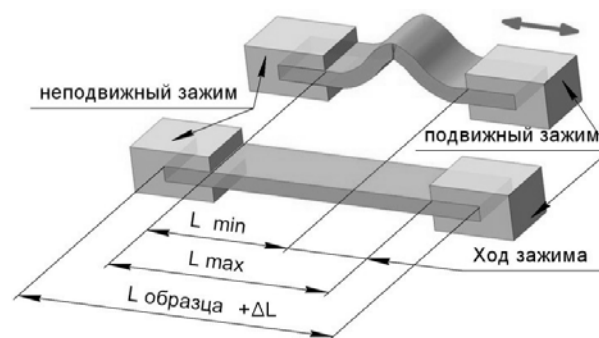


Рис. 1. Схема нагружения образцов

В качестве объектов исследования были выбраны ниточные швы, соединяющие детали из мембранного материала на трикотажной основе, характеристика которого представлена в табл. 1. Исследование свойств материала по показателям, представленным в табл. 1, проводили в аккредитованной лаборатории Центра испытаний УО «ВГТУ», г. Витебск. Микроскопию поперечного среза мембранного материала проводили с помощью растрового электронного микроскопа VEGA II LSH. Изучение структуры материала показало, что лицевая сторона материала выполнена из трикотажного полотна толщиной 0,24 мм одинарного поперечно соединенного переплетения. Изнаночная сторона – из полотна толщиной 0,21 мм двуластичного переплетения. Между полотнами расположена тонкая листовая мембрана толщиной 0,02 мм, соединенная с текстильными слоями связующим (рис. 2). Толщину слоев определяли толщиномером индикаторным ТР-10-60 с пределом допускаемой погрешности 0,01 мм на участке вблизи кромки материала, где слои композита не склеены.

Швейные нитки подбирали по справочным рекомендациям из диапазона торговых номеров, соответствующих толщине материала и диаметру игл. Характеристика используемых ниток представлена в табл. 2.

Элементарные пробы для испытаний выкраивали прямоугольной формы так, чтобы шов совпадал с направлением петельного столбика лицевого трикотажного полотна, а размер пробы со швом составлял 200 × 50 мм. Подготавливали пробы двух видов – для исследования прочности и износостойкости шва при растяжении вдоль и поперек шва. Таким образом, получали модели основных швов в гипотетическом изделии, испытывающих деформацию растяжения и изгиба: боковых, шаговых, швов рукавов.

Т а б л и ц а 1

Характеристика исследуемого образца

Наименование показателя, ед. измерения	Технические нормативные правовые акты на метод испытаний	Значение
Состав текстильных слоев	По данным производителя	Полиэфирное волокно, 100 %
Плотность вязания по вертикали, число петельных рядов в 100 мм	ГОСТ 8846–87	260 (лицевое полотно)
		210 (изнаночное полотно)
Плотность вязания по горизонтали, число петельных столбиков в 100 мм	ГОСТ 8846–87	240 (лицевое полотно)
		180 (изнаночное полотно)
Состав мембранного слоя	По данным производителя	Полиуретан 100 %
Поверхностная плотность, г/м ²	ГОСТ 8845–87	274
Растяжимость при нагрузке 6 Н вдоль петельного ряда, %	ГОСТ 8847–85	9
Паропроницаемость, г / (м ² · 24 ч)	ГОСТ 22900–78	1468
Водонепроницаемость, МПа	ГОСТ 413–91 (Метод Б1)	0,2

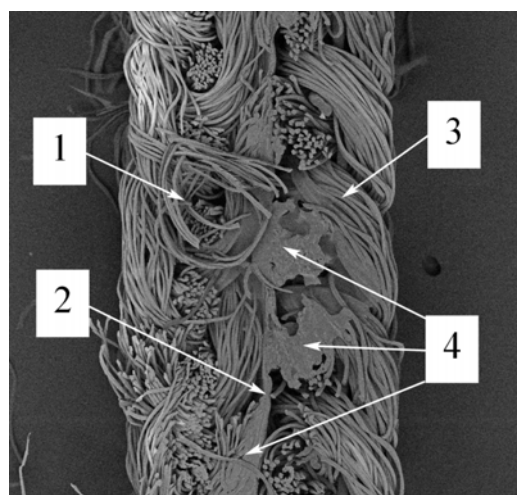


Рис. 2. Микрофотография мембранного материала (×180):

1 – полотно изнаночной стороны; 2 – полимерная мембрана; 3 – полотно лицевой стороны;
4 – связующее, глубоко проникшее в структуру текстильных полотен

Т а б л и ц а 2

Характеристика швейных ниток

Торговый номер	Состав	Линейная плотность, текс	Разрывная нагрузка, Н	Направление крутки	Число комплексных нитей / филаментов в каждой нити
140	Полиэфир	22	8,5	Z	2/50
120	Полиэфир	27,5	12,4	Z	2/40
100	Полиэфир	33	16,2	Z	2/40

Подготовка проб со швами осуществлялась на универсальной промышленной швейной машине челночного стежка Jack-F4, оснащенной дифференциальным двигателем ткани и тефлоновой лапкой. Стачивание выполняли без закрепок, располагая элементарные пробы, заготавливаемые при одинаковых режимах стачивания, цепочкой, при скорости вращения главного вала около 2000 об/мин. Для каждого сочетания управляемых факторов заготавливали по 5 элементарных проб со швами.

До выполнения швов провели испытания материала на прорубаемость при различной геометрии острия иглы, используя рекоменду-

емые поставщиком и производителем игл варианты [8, 9]. Исследовали явную прорубку материала по методике ЦНИИШП, изложенной в источнике [10, с. 124], при воздействии на полотно игл № 80 с различными типами заточки острия: SES, SPI, KN. По результатам сравнения количества проколов, разрушивших структуру лицевого полотна, с общим числом проколов выбрали для участия в эксперименте иглу с заточкой острия типа KN (удлиненное тонкое острие). При использовании такой иглы получили наименьшее количество проколов, нарушивших структуру лицевого полотна (12 из 100).

Для оптимизации ниточных соединений по параметрам прочности и износостойкости проводили полный факторный эксперимент. Варьировали следующие параметры стачивания: диаметр швейной иглы, линейную плотность швейных ниток, частоту строчки. Критерием прочности принята разрывная нагрузка шва, а критерием износостойкости – показатель разрывной нагрузки шва после многоциклового растяжения и изгиба.

До и после моделирования эксплуатационного износа проводили исследование разрывной нагрузки швов по ГОСТ 28073–89 «Изделия

швейные. Методы определения разрывной нагрузки, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах». Испытания проводили на разрывной машине РТ-250 в аккредитованной лаборатории центра испытаний УО «ВГТУ».

Диапазон и интервалы варьирования управляемых факторов определяли исходя из результатов предварительного исследования. Управляемые факторы и уровни их варьирования представлены в табл. 3. Матрица планирования эксперимента представлена в табл. 4. Результаты эксперимента обработаны с помощью программы Statistica for Windows.

Т а б л и ц а 3

Управляемые факторы и уровни их варьирования

Обозначение и наименование фактора	Уровень варьирования			Интервал
	-1	0	+1	
X_1 – количество стежков на 5 см строчки	18	22	26	4 ст./5 см
X_2 – диаметр иглы, 10^{-2} мм	70	75	80	$5 \cdot 10^{-2}$ мм
X_3 – линейная плотность ниток, текс	22	27,5	33	5,5 текс

Т а б л и ц а 4

Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Кодированные значения			Натуральные значения			Y1	Y2
	X_1	X_2 , 10^{-2} мм	X_3 , текс	X_1	X_2 , 10^{-2} мм	X_3 , текс		
Поперек шва								
1	+1	+1	+1	26	80	33	256	177
2	+1	+1	-1	26	80	22	191	170
3	+1	-1	+1	26	70	33	228	175
4	+1	-1	-1	26	70	22	179	158
5	-1	-1	+1	18	70	33	151	135
6	-1	+1	+1	18	80	33	202	105
7	-1	+1	-1	18	80	22	107	84
8	-1	-1	-1	18	70	22	111	98
9	0	0	0	22	75	27,5	268	255
Вдоль шва								
10	+1	+1	+1	26	80	33	125	119
11	+1	+1	-1	26	80	22	91	45
12	+1	-1	+1	26	70	33	131	128
13	+1	-1	-1	26	70	22	124	91
14	-1	-1	+1	18	70	33	176	162
15	-1	+1	+1	18	80	33	79	68
16	-1	+1	-1	18	80	22	51	46
17	-1	-1	-1	18	70	22	141	93
18	0	0	0	22	75	27,5	135	78

Примечание. Y1 и Y2 – разрывная нагрузка, Н соответственно до и после 15 000 циклов растяжения пробы на 10 %.

Уравнения регрессии для исследуемых образцов швов до и после многоциклового растяжения поперек шва имеют вид:

$$Y1 = 8,9X_1 - 2,34X_2 - 7,05X_3 + 0,17X_2X_3; \quad (1)$$

$$Y2 = -1,23X_2 + 7,19X_3 + 0,1X_1X_2 - 0,07X_2X_3. \quad (2)$$

Оценка качества моделей показала, что регрессионная модель (1) объясняет 99 %, модель (2) – 98 % изменений выходного параметра. Коэффициенты регрессионных уравнений значимы. Исходя из анализа коэффициентов

уравнения (1) можно сделать вывод, что на разрывную нагрузку исследуемого шва при растяжении его поперек строчки больше всего влияет частота строчки – чем больше стежков на единицу длины шва, тем выше значение разрывной нагрузки и выше его прочность. Вторым по значимости фактором является линейная плотность швейной нитки, чем она меньше (при одновременном увеличении частоты строчки), тем больше прочность шва. Достаточно сильное влияние оказывает диаметр иглы – чем толще игла, тем меньше разрывная нагрузка шва.

После 15 000 циклов растяжения образца вдоль шва на 10 % от начальной длины и его изгиба разрывная нагрузка шва является характеристикой износостойкости и изменяется по другой модели. Наибольшее влияние на параметр выхода оказывает линейная плотность ниток – чем она меньше, тем меньше износостойкость шва. Влияние диаметра иглы такое же, как и в модели (1) – чем толще игла, тем меньше износостойкость шва. Совместное влияние управляемых факторов наблюдается, но оно на порядок меньше влияния линейной плотности швейных ниток и диаметра иглы.

Уравнения регрессии для исследуемых образцов швов до и после многоциклового растяжения вдоль шва имеют вид (3), (4). Оценка качества моделей показала, что регрессионная модель (3) объясняет 99 %, (4) – 91 % изменений выходного параметра. Коэффициенты регрессионных уравнений значимы.

$$Y_1 = 2048,3 - 68,6X_1 - 26,9X_2 + 0,93X_1X_2 - 0,032X_2X_3; \quad (3)$$

$$Y_2 = 335,3 - 4,9X_2 + 4,6X_3. \quad (4)$$

Анализ коэффициентов модели (3) показывает, что разрывная нагрузка шва при его растяжении вдоль шва сильнее всего зависит от частоты строчки. Причем зависимость эта противоположна выявленной при анализе модели (1) растяжения поперек шва. Для растяжения вдоль шва получено, что чем больше стежков на единицу длины строчки, тем меньше разрывная нагрузка и прочность шва. Диаметр иглы влияет негативно – чем он больше, тем прочность шва ниже. Совместное влияние варьируемых факторов модели присутствует, но оценивается невы-

соко, поскольку коэффициенты при парных произведениях переменных значительно меньше, чем коэффициенты при влияющих на параметр выхода переменных X_1 (частота строчки) и X_2 (диаметр иглы).

Как и для модели (2), отражающей изменение износостойкости поперек шва, в модели (4) для износостойкости шва при его многократном растяжении вдоль на 10 % от первоначальной длины наблюдается схожее влияние варьируемых факторов: чем меньше линейная плотность ниток и чем толще игла, тем меньше разрывная нагрузка шва. Так же, как и в модели (2), в модели (4) незначима частота строчки.

ВЫВОДЫ

1. В результате оптимизации ниточных соединений по параметрам прочности и износостойкости выявлено, что для получения прочного ниточного соединения мембранного трехслойного материала на трикотажной основе необходимо выполнять стачивание иглой с наименьшим диаметром стержня из рекомендуемых для соответствующей толщины материала.

2. Чтобы при высокой прочности получить наибольшую устойчивость к растяжению в направлении как вдоль, так и поперек строчки ниточное соединение необходимо выполнять при средней частоте стежка и средней линейной плотности швейных ниток из установленного в эксперименте диапазона варьирования.

3. Рекомендуемыми режимами для исследуемого материала являются следующие: номер иглы – 70 с заточкой острия KN; номер ниток – 120 (линейная плотность 27,5 текс); частота стежка – 22 стежка в 5 см строчки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества / К. Г. Гущина, С. А. Беляева, Е. Я. Командрикова [и др.]. М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. 312 с.
2. Бодяло Н. Н., Ульянова Н. В. Определение условий качественного соединения трикотажных полотен на универсальных швейных машинах // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2019. № 2(37). С. 12–20.
3. Бондаренко Л. И., Метелева О. В. Обеспечение комплекса защитных свойств соединений спец-одежды // Технология текстильной промышленности. 2020. № 1(385). С. 184–188.
4. Самарская Н. Н., Самойлова М. В. Ассортимент и технологические свойства современных мембранных материалов // Инженерно-педагогический вестник: легкая промышленность. 2018. № 4(7). С. 65–71.
5. Туханова В. Ю., Тихонова Т. П., Федотова И. В. Исследование конструкции узла швейного изделия «накладной карман» с целью инженерного конфекционирования материалов // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21, № 1. С. 94–98.
6. Шустов Ю. С. Основы научных исследований свойств текстильных материалов : монография. М. : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2012. 120 с.

7. Туханова В. Ю., Тихонова Т. П., Федотова И. В. Методы оценок потребительских свойств материалов и конструкций узлов швейных изделий при инженерном конфекционировании : учебное пособие. М. : Издательский дом Академии естествознания, 2017. 144 с.
8. Официальный сайт межрегиональной компании «Мир швейных машин». URL: <https://knitism.by/catalog/shveynye-igly-schmetz> (дата обращения: 10.03.2021).
9. Официальный сайт компании «Фурнитоп». URL: https://www.furnitop.by/catalog/igly_shveynye (дата обращения: 12.03.2021).
10. Бuzов Б. А., Алыменкова Н. Д., Петропавловский Д. Г. Практикум по материаловедению швейного производства : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2004. 416 с.

REFERENCES

1. Eksploatatsionnye svoystva materialov dlya odezhdy i metody ocenki ih kachestva / K. G. Gushchina, S. A. Belyaeva, E. Ya. Komandrikova [i dr.]. M. : Leg. i pishch. prom-st', 1984. 312 s.
2. Bodyalo N. N., Ul'yanova N. V. Opredelenie uslovij kachestvennogo soedineniya trikotazhnyh poloten na universal'nyh shvejnyh mashinah // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. 2019. № 2(37). S. 12–20.
3. Bondarenko L. I., Meteleva O. V. Obespechenie kompleksa zashchitnyh svoystv soedinenij specodezhdy // Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2020. No 1(385). S. 184–188.
4. Samarskaya N. N., Samojlova M. V. Assortiment i tekhnologicheskie svoystva sovremennyh membran'nyh materialov // Inzhenerno-pedagogicheskij vestnik: legkaya promyshlennost'. 2018. No 4(7). S. 65–71.
5. Tuhanova V. YU., Tihonova T. P., Fedotova I. V. Issledovanie konstrukcii uzla shvejnogo izdeliya «nakladnoj karman» s cel'yu inzhenernogo konfektionirovaniya materialov // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. 2018. T. 21, No 1. S. 94–98.
6. SHustov YU. S. Osnovy nauchnyh issledovanij svoystv tekstil'nyh materialov : monografiya. M. : MGTU im. A. N. Kosygina, 2012. 120 s.
7. Tuhanova V. YU., Tihonova T. P., Fedotova I. V. Metody ocenok potrebitel'skih svoystv materialov i konstrukcij uzlov shvejnyh izdelij pri inzhenernom konfektionirovanii : uchebnoe posobie. M. : Izdatel'skij dom Akademii estestvoznaniya, 2017. 144 s.
8. Oficial'nyj sajt mezhregional'noj kompanii «Mir shvejnyh mashin». URL: <https://knitism.by/catalog/shveynye-igly-schmetz> (data obrashcheniya: 10.03.2021).
9. Oficial'nyj sajt kompanii «Furnitop». URL: https://www.furnitop.by/catalog/igly_shveynye (data obrashcheniya: 12.03.2021).
10. Buzov B. A., Alymenkova N. D., Petropavlovskij D. G. Praktikum po materialovedeniyu shvejnogo proizvodstva : uchebnoe posobie dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenij. 2-e izd., ster. M. : Akademiya, 2004. 416 s.

Статья поступила в редакцию 26.04.2021
Принята к публикации 27.05.2021

ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЫРЬЯ

Научная статья

УДК 677.024:519.876.5

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-49-51

Петр Алексеевич Севостьянов

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина, Москва, Россия

petrsev46@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9919-5551>

ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ РАСПРЯМЛЕНИЯ ВОЛОКОН ПРИ КАРДОЧЕСАНИИ НА ВАЛИЧНОЙ МАШИНЕ

Аннотация. В статье предложена простая нелинейная детерминированная модель динамики распрямления волокон в рабочих областях «барабан – барабан», «барабан – валик», «валик – валик». Модель позволяет прогнозировать величину средней распрямленности волокон в массе, многократно проходящей через рабочую область машины. Модель включает в себя лишь один параметр, задающий эффективность распрямления волокон при кардочесании. Получена зависимость средней распрямленности волокон от числа повторных проходов волокна через рабочую область при разных величинах эффективности кардочесания.

Ключевые слова: кардочесание, валичная кардочесальная машина, распрямление волокон, динамика, детерминированная модель, эффективность кардочесания, коэффициент распрямленности волокон

Для цитирования: Севостьянов П. А. Детерминированная модель динамики распрямления волокон при кардочесании на валичной машине // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 49–51. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-49-51>.

Original article

Petr A. Sevostyanov

Kosygin Russian State University, Moscow, Russia

DETERMINISTIC MODEL OF THE DYNAMICS STRAIGHTENING OF FIBRES DURING CARDING ON A ROLLER MACHINE

Abstract. The article proposes a simple nonlinear deterministic model of the dynamics of fibre straightening in the working areas “drum – drum”, “drum – roller”, “roller – roller”. The model allows you to predict the value of the average straightness of the fibers in the mass that repeatedly passes through the working area of the machine. The model includes only one parameter that determines the efficiency of fibre straightening during carding. The dependence of the average straightness of the fibres on the number of repeated passes of the fibre through the working area at different values of the carding efficiency is obtained.

Keywords: carding, roller carding machine, fibre straightening, dynamics, deterministic model, carding efficiency, fibre straightening ratio coefficient

For citation: Sevostyanov P. A. Deterministic model of the dynamics straightening of fibers during carding on a roller machine. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):49–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-49-51>.

Анализ процессов, происходящих с волокнами при их взаимодействии с зубьями гарнитуры барабанов и валиков на валичной чесальной машине [1–5], сформированные представления о механизме этого взаимодействия и действующих при этом факторах позволили построить упрощенную детерминированную модель динамики распрямления волокон в этих процессах [6, 7].

Примем в качестве основной характеристики процесса коэффициент распрямленности волокон вдоль направления их движения вместе с кардными гарнитурами. Этот коэффициент равен отношению протяженности волокна L вдоль направления относительного перемещения гарнитуры к длине распрямленного волокна L_0 : $\eta = L / L_0$. У каждого волокна эта величина своя, причем может варьировать в широких пределах в зависимости от воздействий и состояния во-

© Севостьянов П. А., 2021

локнистой массы, в которой находится волокно. Эти различия обусловлены механическими свойствами волокна, в частности, его упругостью и пластичностью. Однако в рассматриваемой модели коэффициент η понимается как некоторая величина, усредненная по всем волокнам порции волокнистой массы, проходящей через рабочую область между гарнитурами.

Порция волокон при выходе из рабочей области разделяется. Часть волокон захватывается гарнитурой главного барабана и уносится в следующую рабочую область. Остальные волокна удерживаются на поверхности гарнитуры барабана 1 и также следуют в рабочую область, ту же или другую, в зависимости от траектории переноса волокнистого материала в машине. Обе части волокнистой массы в рабочей области подверглись воздействию зубчатых гарнитур и в большинстве своем распрямились, т. е. увеличили свой коэффициент распрямленности, с которым и закрепились на гарнитуре до входа в следующую рабочую область кардочесания.

Обозначим $\eta(0)$ – начальное значение усредненного коэффициента распрямленности волокон до первой рабочей области, $\eta(k)$ – значение этого коэффициента после прохода k -й рабочей области или k -кратного прохода одной и той же рабочей области благодаря вращению барабана. Изменение коэффициента распрямленности при одном проходе зависит от того, какое значение он имеет при входе в рабочую область. Очевидно, что каждый проход должен увеличивать его значение, т. е. $\eta(k) \geq \eta(k-1)$. Представим это увеличение как умножение на положительный множитель больше единицы:

$$\eta(k) = \eta(k-1)(1+C).$$

Параметр C зависит от уже достигнутой величины распрямления волокон. Чем больше волокно уже распрямлено на предыдущих этапах

кардочесания, тем меньше этот коэффициент. Если волокно уже полностью или практически полностью распрямлено, то параметр C должен быть равен или близок к нулю. Поэтому можно принять параметр C пропорциональным $\eta(k-1)$, но со знаком, понижающим значение C , т. е.

$$C = A(1 - \eta(k-1)).$$

В итоге получаем простую динамическую модель, описывающую изменение во времени усредненного коэффициента распрямленности волокон:

$$\begin{aligned} \eta(k) &= \eta(k-1)(1 + A(1 - \eta(k-1))), \\ k &= 1, 2, \dots, T. \end{aligned} \quad (1)$$

В этой модели время отображается дискретной переменной k . Множитель A определяет интенсивность изменения коэффициента распрямленности волокон при одном проходе через рабочую область, т. е., по существу, интенсивность кардочесания. Все входящие в динамическую разностную модель (1) величины безразмерные.

Значения функции $\eta(k)$ легко вычисляются циклически при заданном начальном значении $\eta(0)$ и параметре A . Ниже приведен Matlab-скрипт, выполняющий эту операцию для $\eta(0) = 0,1$ и $A = 0,2$ (рис. 1).

На рисунке 2 представлен график зависимости коэффициента распрямленности от числа проходов через рабочую область при разных значениях интенсивности кардочесания A . Зависимость имеет вид S-образной кривой.

Легко убедиться, что предельное значение $\eta(k \rightarrow \infty) = 1$ и не зависит от начальных условий и параметра A . Для этого в формуле (1) достаточно заменить функцию $\eta(k)$ на $\eta = \eta(k \rightarrow \infty)$. Решение полученного уравнения дает $\eta = 1$.

```
clear, clc % очистка памяти Workspace и командного окна Matlab
T = 101; % моделируемое число проходов рабочей области
A = 0.1; % параметр интенсивности кардочесания
eta = zeros ( T , 1 ) ; % резервирование памяти для массива
eta ( 1 , 1 ) = 0.1 ; % начальное значение усредненного коэффициента распрямленности
% моделирование циклического прохода порции волокон через рабочую область
«барабан - барабан», «барабан - валик» и т. п.
for k = 2 : T
    eta ( k , 1 ) = eta ( k - 1 , 1 ) * ( 1 + A * ( 1 - eta ( k - 1 , 1 ) ) ) ;
end
k = 0 : T-1; % переменная дискретного времени
plot ( k , eta ) % график изменения коэффициента распрямленности
```

Рис. 1. Вычисление функции $\eta(k)$ в программе Matlab

ВЫВОДЫ

1. Предложена простая детерминированная математическая модель динамики изменения коэффициента распрямленности волокон

в зависимости от числа пройденных волокон рабочих областей машины при разных уровнях эффективности кардочесания. При этом коэффициент распрямленности волокон рассматрива-

ется как усредненное значение распрямленности волокон в причесываемой волокнистой массе.

2. Преимуществом модели является малое количество входящих в нее неизвестных

числовых параметров (всего один параметр A). Это позволяет построить относительно простую методику оценки этого параметра на основе экспериментальных данных.

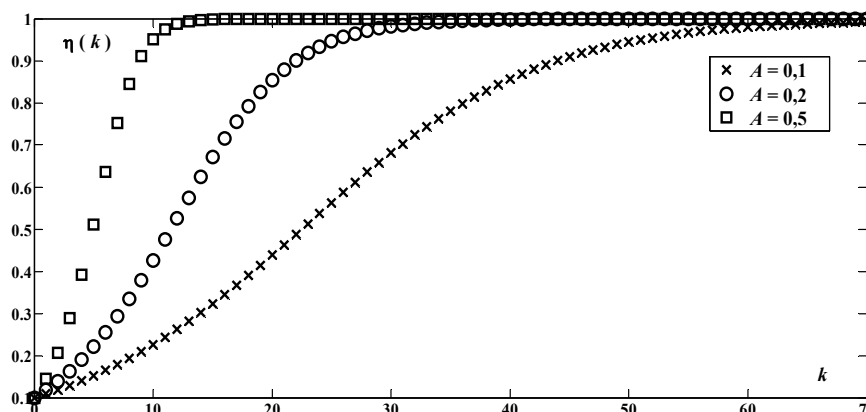


Рис. 2. Динамика нарастания распрямленности волокон с увеличением числа проходов через рабочую область при разной интенсивности кардочесания

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Севостьянов А. Г., Севостьянов П. А. Моделирование технологических процессов (в текстильной промышленности) : [учеб. для вузов по спец. «Прядение натур. и хим. волокон», «Ткачество», «Пр-во неткан. текст. материалов». М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. 344 с.
2. Ашнин Н. М. Теоретическое и экспериментальное исследование процесса кардочесания волокнистых материалов : дис. ... д-ра техн. наук. Л., 1979. 474 с.
3. Зарубин В. М., Белоголовцев С. Д. Анализ процесса образования прочеса // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1990. № 2. С. 22–24.
4. Скуланова Н. С. Проектирование технологии и сформированной из нетрадиционных видов сырья аппаратной шерстяной пряжи : дис. ... д-ра техн. наук. М., 2008. 306 с.
5. Компьютерное моделирование длины и тонины волокон шерсти в топсе и ленте на основе данных натуральных экспериментов / П. А. Севостьянов, К. В. Ордов, Е. И. Битус, Т. А. Самойлова, В. В. Монахов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 6. С. 185–189.
6. Громов С. С., Севостьянов П. А. Анализ динамики долевого состава двухкомпонентного волокнистого материала в процессе кардочесания // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 6(321). С. 109–112.
7. Севостьянов П. А. Динамика и модели основных процессов прядения. Ч. 1. Рыхление, очистка, смешивание, кардо- и гребнечесание / Российский гос. ун-т им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). М., 2020. 264 с.

REFERENCES

1. Sevost'yanov A. G., Sevost'yanov P. A. Modelirovanie tekhnologicheskikh processov (v tekstil'noj promyshlennosti) : [ucheb. dlya vuzov po spec. «Pryadanie natur. i him. volokon», «Tkachestvo», «Pr-vo netkan. tekst. materialov». M. : Leg. i pishch. prom-st', 1984. 344 s.
2. Ashnin N. M. Teoreticheskoe i eksperimental'noe issledovanie processa kardochesaniya voloknistykh materialov : dis. ... d-ra tekhn. nauk. L., 1979. 474 s.
3. Zarubin V. M., Belogolovcev S. D. Analiz processa obrazovaniya prochesa // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 1990. № 2. S. 22–24.
4. Skulanova N. S. Proektirovanie tekhnologii i sformirovannoj iz netradicionnykh vidov syr'ya apparatnoj sherstyanoj pryazhi : dis. ... d-ra tekhn. nauk. M., 2008. 306 s.
5. Komp'yuternoe modelirovanie dliny i toniny volokon shersti v topse i lente na osnove dannyh naturnykh eksperimentov / P. A. Sevost'yanov, K. V. Ordov, E. I. Bitus, T. A. Samojlova, V. V. Monahov // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2015. № 6. S. 185–189.
6. Gromov S. S., Sevost'yanov P. A. Analiz dinamiki dolevogo sostava dvuhkomponentnogo voloknistogo materiala v processe kardochesaniya // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2009. № 6(321). S. 109–112.
7. Sevost'yanov P. A. Dinamika i modeli osnovnykh processov pryadeniya. Ch. 1. Ryhlenie, oчитка, smeshivanie, kar-do- i grebnechesanie / Rossijskij gos. un-t im. A. N. Kosygina (Tekhnologii. Dizajn. Iskusstvo). M., 2020. 264 s.

Статья поступила в редакцию 02.02.2021
Принята к публикации 11.03.2021

Научная статья

УДК 667.021

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-52-55

Ориф Жумаевич Муродов

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан

baxrinjom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7016-8680>

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ СЕТКИ ОЧИСТИТЕЛЯ МЕЛКОГО СОРА ДЛЯ ХЛОПКА-СЫРЦА НА ОЧИСТИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

Аннотация. Повышение эффективности очистки хлопка-сырца от сорных примесей позволяет в конечном счете повысить качество продукции текстильной промышленности. Установлено, что при использовании на очистителях с колковыми барабанами сетки цилиндрической формы движение летучек хлопка-сырца имеет монотонный характер. Это объясняется тем, что возбуждающая сила, действующая на летучки со стороны сетки, имеет стабильную частоту, определяемую в основном частотой вращения колкового барабана. Такой режим работы очистителя не позволяет эффективно удалять сорные примеси. Для повышения эффективности работы очистителя предлагается использовать сетку в виде многогранной призмы. Установлено, что по конструктивным условиям минимальное число граней сетки равно четырем. Экспериментально получена зависимость очистительного эффекта от числа граней перфорированной сетки очистителя. Установлено, что с увеличением числа граней сетки снижается очистительный эффект и повреждаемость волокна. При числе граней равном шести удается достичь повышения очистительного эффекта в среднем на 16 % при незначительном увеличении повреждаемости волокна.

Ключевые слова: хлопок-сырец, очиститель мелкого сора, очистительный эффект, перфорированная сетка, колковый барабан, летучка

Для цитирования: Муродов О. Ж. Влияние формы сетки очистителя мелкого сора для хлопка-сырца на очистительный эффект // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 52–55. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-52-55>.

Original article

Orif Zh. Murodov

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

INFLUENCE OF THE MESH SHAPE OF THE FINE LITTER CLEANER FOR RAW COTTON ON THE CLEANING EFFECT

Abstract. Increasing the efficiency of cleaning raw cotton from weeds will ultimately improve the quality of products in the textile industry. It has been established that when using cylindrical mesh on purifiers with peg drums, the exciting force acting on the strips from the side of the net has a stable frequency, determined mainly by the frequency of rotation of the peg drum. This mode of operation of the cleaner does not effectively remove trash impurities. To improve the efficiency of the cleaner, it is proposed to use a grid in the form of a multifaceted prism. It was found that, by design conditions, the minimum number of mesh faces is four. The dependence of the cleaning effect on the number of faces of the perforated mesh of the cleaner has been experimentally obtained. It was found that with an increase in the number of mesh edges, the cleaning effect and fiber damage decrease. With the number of faces equal to six, it is possible to achieve an increase in the cleaning effect by an average of 16 % with a slight increase in fibre damage.

Keywords: raw cotton, fine litter cleaner, cleaning effect, perforated mesh, peg drum, fibre damage, flytrap

For citation: Murodov O. Zh. Influence of the mesh shape of the fine litter cleaner for raw cotton on the cleaning effect. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):52–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-52-55>.

Для очистки хлопка-сырца от мелкого сора традиционно используются машины, основными рабочими органами которых являются

колковые барабаны и перфорированная решетка [1, 2]. Колковый барабан протаскивает слой хлопка-сырца, состоящий из летучек, слабо связанных между собой силами сцепления, по перфорированной сетке, через отверстия которой

© Муродов О. Ж., 2021

выпадают сорные примеси. Процесс очистки имеет ярко выраженный стохастический характер и никогда не обеспечивает полную очистку, т. е. выделение из сырца всех имеющихся примесей. Повышение эффективности очистки является актуальной задачей, направленной на повышение качества текстильных материалов, вырабатываемых из хлопкового волокна.

Эта задача решается за счет совершенствования конструкции рабочих органов очистителя и оптимизации технологических режимов. Установлено, что в процессе очистки летучки хлопка-сырца и их комплексы с сорными примесями совершают колебательные движения, которые способствуют миграции сорных примесей в слое сырца и выпадению их через отверстия в сетке. Интенсивность процесса увеличивается в случае возникновения резонансных явлений.

Возбуждающей силой в этом процессе является сила реакции со стороны сетки, действующая на движущиеся по ней под действием колков летучки. Эта частота определяется стабильными величинами: конструктивными параметрами сетки и частотой вращения барабана.

Собственная частота колебаний сорных примесей, напротив, является случайной величиной, поскольку масса сорных примесей и жесткость летучек являются случайными величинами. В результате детерминированные параметры технологического процесса обеспечивают рациональные режимы выделения сора не для всех его компонентов, имеющихся в перерабатываемом материале.

В работах [3–5] теоретически обосновано применение сетчатой поверхности, имеющей ограниченную форму. Такая форма приводит к дополнительным частотным гармоникам в спектре изменения вынуждающей силы, которые вызывают резонансные явления для большего числа сорных примесей в волокне, что, в конечном счете, должно привести к повышению очистительного эффекта. В исследовании [6] приведена методика количественной оценки изменения структуры хлопка-сырца по технологическим переходам, позволяющая оценить эффективность применения отдельных машин в поточной линии.

Технологические эксперименты по влиянию огранки перфорированной сетки на очистительный эффект и качество волокна проводили в производственных условиях хлопкозаводов «Қорасув пахта тозалаш», «Қизилтепа пахта тозалаш» (Республика Узбекистан) на базе серийных очистителей хлопка 1ХК.

В качестве контрольного варианта использовалась существующая технология очист-

ки хлопка, при которой под колковым барабаном на дуге 108° установлена цилиндрическая перфорированная сетка. В экспериментальных вариантах очиститель хлопка оснащался сеткой, имеющей призматическую форму с 4, 5, 6 и 7 гранями на дуге 108° (рис. 1) Кроме того, исследовалось влияние зазора между вершинами колков и сетчатой поверхностью.

В качестве перерабатываемого продукта использовался хлопок-сырец первого сорта с влажностью 8,8 % и общей засоренностью 4,6 % (засоренность крупным сором 2,6 %, мелким 2,0 %).

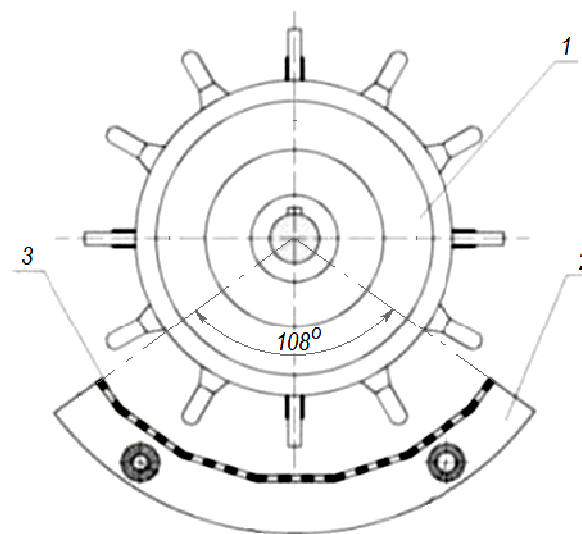


Рис. 1. Общий вид зоны очистки с использованием многогранной сетчатой поверхности:
1 – колковый барабан; 2 – боковина сетки;
3 – поверхность сетки

После пропускания хлопка-сырца через очиститель для каждого варианта определялись влажность, засоренность, очистительный эффект. Для определения названных показателей использовались методики согласно стандартам Республики Узбекистан О`zDst 643–2006, О`zDst 644–2006, О`zDst 592–2008. Влажность хлопка измеряли на лабораторном приборе ВХС-М1 с использованием лабораторных весов марки ВЛКТ. Очистительный эффект определялся на лабораторной установке марки ЛКМ.

Известно [7], что в существующей конструкции сетчатой поверхности очистительный эффект невысокий. Основными причинами этого являются: недостаточная сопротивляемость сетки движению частиц хлопка; монотонность взаимодействия хлопка с сетчатой поверхностью. В рекомендуемой технологии очистки хлопка используется многогранная сетчатая поверхность, где постоянно изменяется направление взаимодействия летучки с сеткой, а также

достаточно увеличивается сопротивляемость сетки протаскиванию хлопка. При этом траектория движения летучки будет сложной.

На рис. 2 представлены графики зависимости изменения очистительного эффекта от производительности машины при различном числе граней (от 5 до 8) сетки и соответствующей их ширине ($l_{ш}$, мм: 85; 70,8; 60,7; 53,1). Анализ графиков показывает, что с увеличением количества граней и сокращением их ширины очистительный эффект уменьшается. При увеличении производительности влияние числа граней на очистительный эффект возрастает.

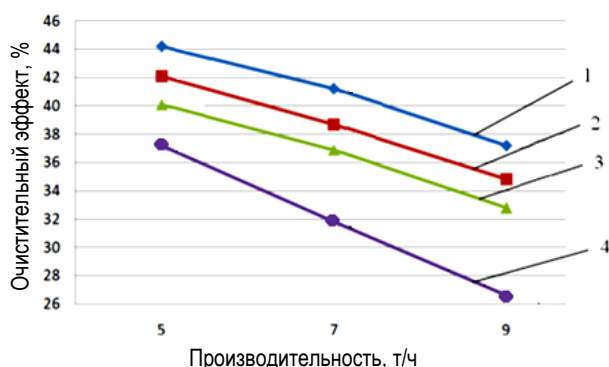


Рис. 2. Зависимость очистительного эффекта от производительности машины при различном числе граней сетки:

1 – 5 граней ($l_{ш} = 85$ мм); 2 – 6 граней ($l_{ш} = 70,8$ мм);
3 – 7 граней ($l_{ш} = 60,7$ мм); 4 – 8 граней ($l_{ш} = 53,1$ мм)

Увеличение ширины граней сетчатой поверхности приводит к увеличению сил торможения, действующих на летучки хлопка, со стороны решетки. Следствием этого является увеличение повреждаемости волокна и семян. Экспериментальная зависимость повреждаемости семян от числа граней сетки при производительности 7 т/ч показана на рис. 3.

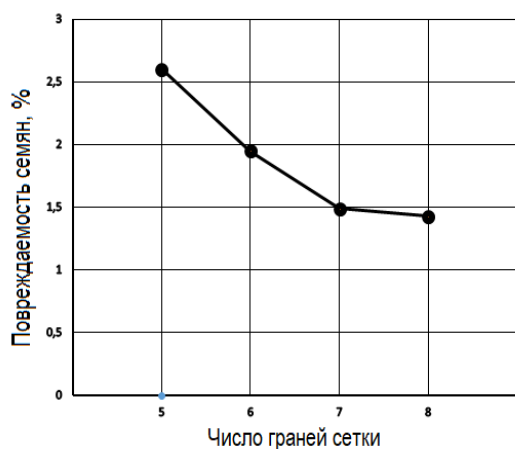


Рис. 3. Зависимость повреждаемости семян от числа граней сетки

Исходя из приведенных данных рекомендуемыми значениями являются $n_r = 6$; $l_{ш} = 70,8$ мм, что позволяет получить более высокий очистительный эффект при приемлемом уровне повреждаемости семян.

Другим важным фактором, влияющим на очистительный эффект, является зазор между вершинами колков и многогранной сеткой. На рис. 4 представлены полученные экспериментально графические зависимости очистительного эффекта от производительности машины при разных значениях зазора. Сравнивали очистительный эффект при использовании цилиндрической перфорированной сетки, используемой на существующей конструкции очистителя, и сетки с шестью гранями. Анализ этих графиков показывает, что увеличение зазора между концами колков и сетчатой поверхностью приводит к снижению очистительного эффекта как для цилиндрической, так и для многогранной сетки. Для цилиндрической сетки это снижение составляет в среднем 25 % при увеличении зазора с 13 до 15 мм, а для многогранной – около 16 % при таком же изменении зазора. Меньшее снижение очистительного эффекта при использовании многогранной сетки связано с более высоким его общим значением. Следует отметить, что дальнейшее уменьшение зазора между сеткой и колосниками ограничивается появлением такого дефекта волокна, как зажгучивание.

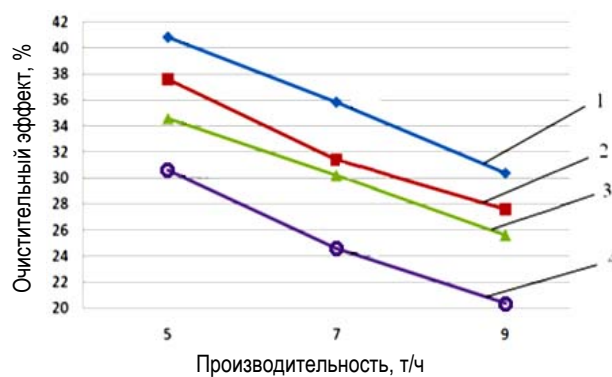


Рис. 4. Влияние зазора δ между колками и сетчатой решеткой на очистительный эффект:

1 – многогранная сетка при $\delta = 13,0$ мм;
2 – цилиндрическая сетка при $\delta = 13,0$ мм;
3 – многогранная сетка при $\delta = 15,0$ мм;
4 – цилиндрическая сетка при $\delta = 15,0$ мм

Поэтому по результатам исследования при использовании шестигранной сетки ($l_{ш} = 70,8$ мм) рекомендуется зазор 14,0...15,0 мм.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально установлено, что применение призматической перфорированной сетки в очистителе мелкого сора позволяет интенсифицировать процесс очистки.

2. При модернизации очистителя мелкого сора марки 1ХК целесообразно использовать сетку с шестью гранями, ширина одной грани 70,8 мм.

3. Рациональный рекомендуемый зазор между концами колосников и сетчатой поверхностью составляет 14...15 мм.

4. Рекомендуемые конструктивные мероприятия позволяют повысить очистительный эффект в среднем на 16 % при практически неизменной повреждаемости семян.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Корабельников Р. В., Корабельников А. Р. Теория и практика совершенствования очистителей волокна : монография. Кострома : Костром. гос. технол. ун-т, 2001. 95 с.
2. Очистка волокнистых смесей цилиндрическими колками / И. В. Фролова, А. Ю. Андреев, Ф. Р. Кахраманов, Т. Ю. Максимовская // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2000. № 3. С. 70–73.
3. Новая эффективная колосниковая решетка очистителя хлопка от крупного сора : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / О. Ж. Муродов, Х. Нуралиева, Р. Н. Тожибоев, О. Мовлонов ; Академия наук Республики Узбекистан. Ташкент, 2005. С. 57–59.
4. Джураев А., Муродов О. Ж., Собиров К. О новом способе переработки семенного хлопка-сырца. Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности / Витебский гос. технол. ун-т. Витебск, 2005. С. 53–54.
5. Murodov O. Zh., Dzhuraev A. Groundation of the parameters of grate bar on elastic support with non-linear hardness [Обоснование параметров колосниковой решетки на упругой опоре с нелинейной жесткостью] // The European Science Review. 2017. № 7-8 July–August. P. 109–111.
6. Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки / С. А. Газиева, Б. Д. Курбонов, М. Э. Нуров, Х. И. Иброгимов, П. Н. Рудовский // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 5. С. 131–135.
7. Rajabov O. I. The influence of the mode of movement of the pieces cotton when interacting with a cotton grid. Влияние режима движения клочков хлопка при взаимодействии с хлопковой сеткой // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2019. Vol. 6, is. 3. P. 8455–8460.

REFERENCES

1. Korabel'nikov R. V., Korabel'nikov A. R. Teoriya i praktika sovershenstvovaniya ochistitelej volokna : monografiya. Kostroma : Kostrom. gos. tekhnol. un-t, 2001. 95 s.
2. Ochistka voloknistyh smesey cilindricheskimi kolkami / I. V. Frolova, A. Yu. Andreev, F. R. Kahramanov, T. Yu. Maksimovskaya // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2000. № 3. S. 70–73.
3. Novaya effektivnaya kolosnikovaya reshetka ochistitelya hlopka ot krupnogo sora : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / O. Zh. Murodov, H. Nuralieva, R. N. Tozhiboev, O. Movlonov ; Akademiya nauk Respubliki Uzbekistan. Tashkent, 2005. S. 57–59.
4. Dzhuraev A., Murodov O. Zh., Sobirov K. O novom sposobe pererabotki semennogo hlopka-syrca. Novoe v tekhnike i tekhnologii tekstil'noj i legkoj promyshlennosti / Vitebskij gos. tekhnol. un-t. Vitebsk, 2005. S. 53–54.
5. Murodov O. Zh., Dzhuraev A. Groundation of the parameters of grate bar on elastic support with non-linear hardness [Obosnovanie parametrov kolosnikovoj reshetki na uprugoj opore s nelinejnoy zhestkost'yu] // The European Science Review. 2017. № 7-8 July–August. P. 109–111.
6. Izmenenie strukturnogo pokazatelya hlopka-syrca po tekhnologicheskim perekhodam ego pererabotki / S. A. Gazieva, B. D. Kurbonov, M. E. Nurov, H. I. Ibrogimov, P. N. Rudovskij // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2013. № 5. S. 131–135.
7. Rajabov O. I. The influence of the mode of movement of the pieces cotton when interacting with a cotton grid. Vliyanie rezhima dvizheniya klochkov hlopka pri vzaimodejstvii s hlopkovoj setkoj // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2019. Vol. 6, is. 3. P. 8455–8460.

Статья поступила в редакцию 17.05.2021
Принята к публикации 11.03.2021

Научная статья

УДК 677.021

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-56-61

Максим Михайлович Смирнов¹

Андрей Ростиславович Корабельников²

^{1,2}Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹maksensmirnov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1602-3798>

²prostokar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4546-7515>

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ ИЗ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА С ДОБАВЛЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Аннотация. Статья посвящена исследованиям и апробации способа получения нетканого материала из нано- и микроволокон, насыщенных углеродными нанотрубками, методом электроформования, изучению влияния ультразвуковой обработки раствора полимера и добавления углеродных нанотрубок на свойства раствора и морфологию получаемого материала. В результате исследования получены образцы материалов из растворов полиметилметакрилата (ПММА), обработанных и не обработанных ультразвуком, проведены органолептические и микроскопические исследования полученных образцов. Установлено снижение вязкости раствора полимера, обработанного ультразвуком, и значительное уменьшение диаметра волокон, полученных из таких растворов.

Ключевые слова: электроформование, нановолокнистые композиты, свойства растворов, углеродные нанотрубки, нетканый материал, ультразвук, вязкость

Для цитирования: Смирнов М. М., Корабельников А. Р. Получение композиционных волокнистых материалов методом электроформования из растворов полиметилметакрилата с добавлением углеродных нанотрубок // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 56–61. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-56-61>.

Original article

Maksim M. Smirnov¹, **Andrey R. Korabelnikov**²

^{1,2}Kostroma State University, Kostroma, Russia

OBTAINING COMPOSITE FIBROUS MATERIALS BY ELECTROSPINNING FROM SOLUTIONS OF POLYMETHYL METHACRYLATE WITH THE ADDITION OF CARBON NANOTUBES

Abstract. The article is devoted to the research and testing of a method for producing nonwoven material from nano- and microfibrils saturated with carbon nanotubes by the method of electrospinning, the study of the effect of ultrasonic treatment of a polymer solution and the addition of carbon nanotubes on the properties of the solution and the morphology of the resulting material. As a result of the study, samples of materials were obtained from solutions of polymethylmethacrylate, treated and not treated with ultrasound, organoleptic and microscopic studies of the obtained samples were carried out. A decrease in the viscosity of a polymer solution treated with ultrasound and a significant decrease in the diameter of fibres obtained from such solutions were found.

Keywords: electrospinning, nanofibre composites, properties of solutions, carbon nanotubes, non-woven material, ultrasound, viscosity

For citation: Smirnov M. M., Korabelnikov A. R. Obtaining composite fibrous materials by electrospinning from solutions of polymethyl methacrylate with the addition of carbon nanotubes. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):56–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-56-61>.

Введение и постановка задачи исследования образцов материалов, получаемых из растворов ПММА 5 %, не обработанного УЗ, и ПММА 5 %, обработанного УЗ. Метод электроформования позволяет получать нано- и микроволокнистые материалы различного назначения [1, 2]. Нами проводились исследования по

получению нановолокнистых нетканых материалов из различных полимеров [3]. Были разработаны устройства для получения таких материалов [4, 5]. В результате этих исследований были определены технологические параметры электроформования и конструктивные параметры устройств для получения нано- и микроволокон.

© Смирнов М. М., Корабельников А. Р., 2021

В работе [6] нами изучалась возможность добавления углеродных нанотрубок в волокнистый материал на этапе его формирования. Особенностью процесса получения композитных волокон электроформованием является необходимость подготовки равномерной взвеси углеродных трубок (УНТ) в растворе полимера [6–8]. УНТ представляют собой одномерные (с внешним диаметром 8...80 нм) нитевидные образования поликристаллического графита преимущественно цилиндрической формы с внутренним каналом. За счет своей уникальной структуры удельная поверхность углеродных нанотрубок составляет 120...650 м²/г, что может обеспечивать очень высокую степень адсорбции [9, 10]. УНТ чаще всего поставляются в виде порошка, отдельные частицы которого состоят из комплексов углеродных нанотрубок. Для обеспечения электроформования комплексы нанотрубок должны быть разрушены в растворе полимера, после чего в растворе полимера образуется взвесь углеродных наночастиц. В качестве способа подготовки растворов с добавлением УНТ к электроформованию предлагается использование ультразвуковой обработки раствора. Этот

метод для отдельных рецептов полимерных растворов был апробирован нами ранее [6] и известен из работы [7].

В работах [7, 8] описывается процесс получения волокон, содержащих углеродные нанотрубки, однако для производства таких волокон не использовался метод электроформования, да и сами волокна имеют большую линейную плотность и диаметр (0,16 текс [8] и диаметр около 0,003 мм).

В связи с вышесказанным задачами нашего исследования являются апробация способа получения нетканого материала из нано- и микроволокон, насыщенных углеродными нанотрубками, изучение влияния ультразвуковой обработки раствора полимера и добавления углеродных нанотрубок на свойства раствора и морфологию получаемого материала.

Материалы и методы

Для экспериментальных исследований использовались УНТ марки «Таунит МД» трубчатой структуры (производство ООО «Нано-ТехЦентр», г. Тамбов). Характеристики представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Характеристики УНТ марки «Таунит МД» [11]

Внешний диаметр	30...80 нм
Внутренний диаметр	10...20 нм
Длина	20 и более мкм
Количество примесей	Менее 5 %
Насыпная плотность	0,03...0,05 г/см ³
Удельная поверхность	180...200 м ² /г
Термостойкость	До 600 °С
Содержание наноуглерода	≥ 95 %

Для получения растворов полимеров использовался ПММА, дихлорэтан и ацетон. Состав смеси растворителей был изучен нами при проведении исследований [3]. Для проведения этих исследований использовалась смесь растворителей ацетона и дихлорэтана в соотношении 3:1. Рецепт приготовления растворов описан в работе [6], для исследований использовались растворы с различной концентрацией полимера в растворе, но в данной статье приведены сравнительные результаты для раствора, содержащего 5 % ПММА. В растворы добавлялись УНТ в количестве 0,025 и 0,05 % от исходной массы раствора. Растворы обрабатывались ультразвуком (УЗ) с помощью диспергатора УЗГ 13-0.1/22 в течение 20 мин. Определялась вязкость и поверхностное натяжение полученных растворов с помощью вискозиметра SV-10 (AND) и тензиометра ручного К6 (Kruss).

Электроформование волокнистого материала проводилось с помощью эксперименталь-

ной установки, описанной нами в работе [5], в которой реализуется фильерный способ образования волокон.

После получения образцов материала проводилась его органолептическая оценка, оценивался цвет получаемого материала, способность материала окрашивать поверхность листа бумаги при трении, а также мягкость полученного образца.

Далее проводился анализ образцов волокнистых материалов с помощью электронной микроскопии.

Для получения электронной микроскопии использовалась двулучевая система Quanta 3D 200i от FEI/TEM (Нидерланды). Обработка микрофотографий и количественный анализ изображений волокон на микрофотографиях проводился с помощью САD-систем, без использования алгоритмов распознавания изображений.

Анализ результатов

В результате проведенных исследований нами был получен ряд образцов нетканых волокнистых материалов. Образцы из растворов, содержащих УНТ, имеют серый цвет, образцы, не содержащие УНТ, имеют белый цвет. Органолептическая оценка образцов полученных материалов показала, что образец не окрашивает при трении лист бумаги, что может говорить об отсутствии массового выделения УНТ из материала при механическом воздействии на него. Однако для обеспечения безопасности взаимодействия человека с материалами, содержащими УНТ, необходимы более полные исследования возможности выделения УНТ из нетканого материала при различных эксплуатационных

нагрузках. Все образцы, полученные из растворов, подвергнутых обработке ультразвуком, имеют меньшую жесткость, чем образцы, исходные растворы которых воздействию ультразвука не подвергались.

На рис. 1 приведены микрофотографии образцов материалов, получаемых из растворов ПММА 5%, не обработанного УЗ, и ПММА 5%, обработанного УЗ, сделанные при одинаковом увеличении. Процесс электроформования проводился при одинаковом расстоянии между принимающим и осаждающим электродами, изменялось напряжение между электродами в диапазоне 10 % от первоначального, для обеспечения необходимой производительности процесса.

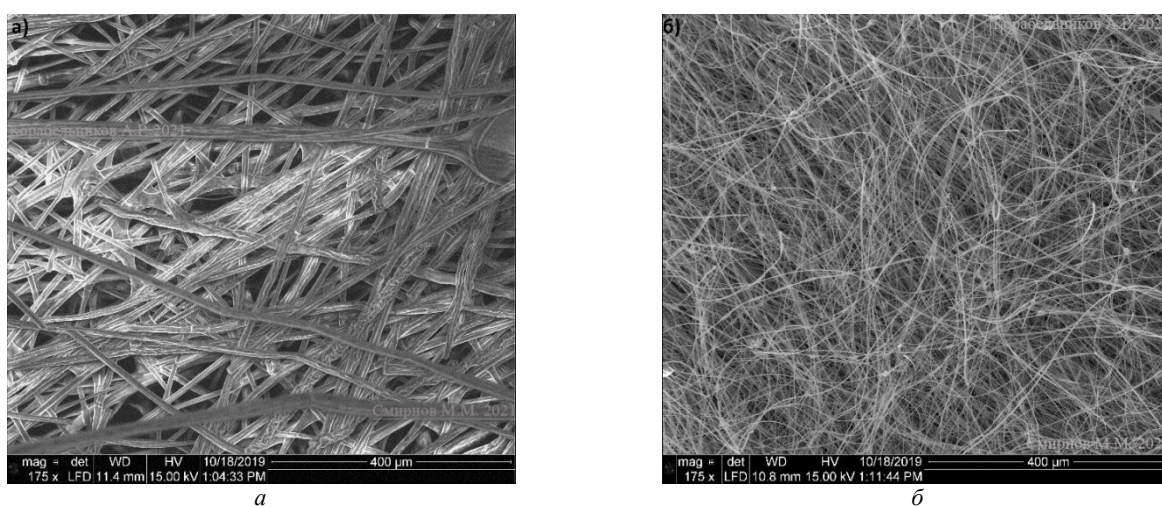


Рис. 1. Изменение морфологии материалов, получаемых из растворов:
а – ПММА 5 % ; б – ПММА 5 %, обработанного ультразвуком

На рис. 2 и 3 приведены диаграммы распределения волокон по диаметру в материале. Из диаграмм и микрофотографий видно, что в случае обработки раствора ультразвуком перед электроформованием снижается диаметр волокон, уменьшается их линейная плотность, уменьшается размер пор между отдельными волокнами, органолептическая оценка показывает, что жесткость таких материалов снижается. Значения вязкости и поверхностного натяжения растворов с обработкой ультразвуком и без обработки ультразвуком приведены в табл. 2. Вязкость раствора после обработки ультразвуком снижается в 2,8 раза, поверхностное натяжение остается неизменным. Таким образом, можно сказать, что обработка раствора ПММА ультра-

звуком приводит к снижению вязкости раствора и, как результат, к снижению диаметра волокон. Следует отметить, что снижение вязкости и изменение геометрических волокон может быть связано с изменением размера молекул полимера и изменением их диссоциации в растворе, но для этого необходимы дополнительные исследования.

На рис. 4 представлены микрофотографии полученных образцов без добавления УНТ и с добавлением УНТ в количестве 0,025 %.

На фотографиях видно, что волокна в образце, содержащем УНТ, имеют утолщения на своей поверхности. Эти утолщения часто носят периодический характер и имеют неправильную форму.

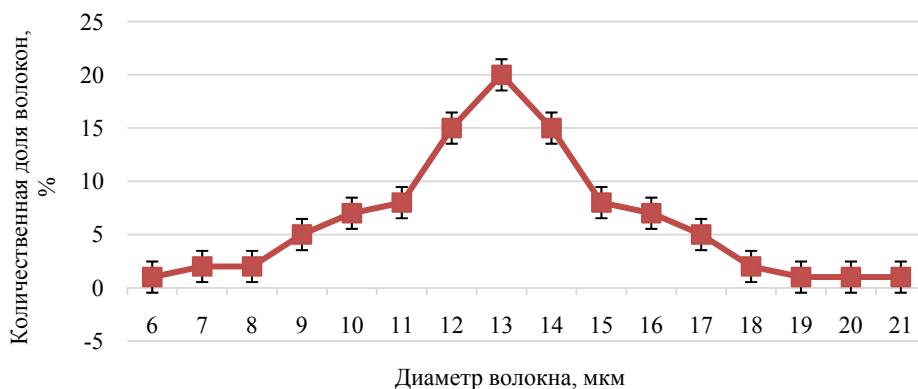


Рис. 2. Гистограмма распределения волокон по диаметру в материале, полученном из ПММА 5 %

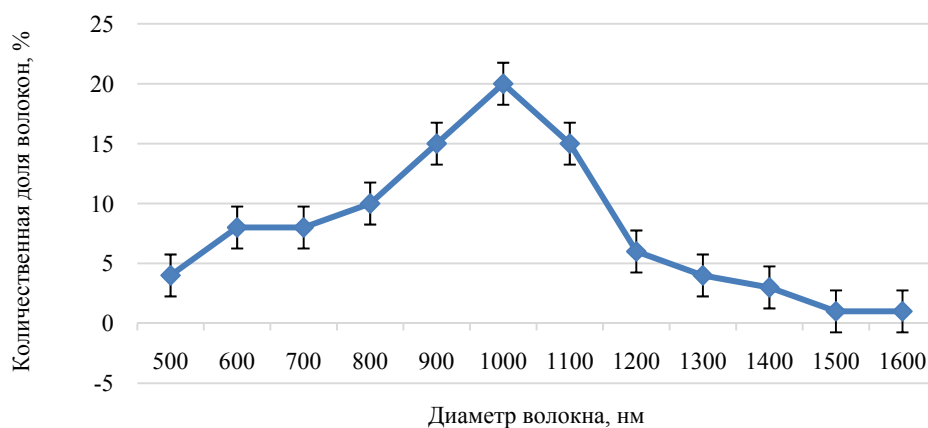


Рис. 3. Гистограмма распределения волокон по диаметру в материале, полученном из ПММА 5 %, предварительно обработанного ультразвуком

Т а б л и ц а 2

Характер и параметры процесса электроформования растворов ПММА

Раствор	Вязкость, мПа·с	Поверхностное натяжение, мН/м	Средний диаметр волокон, нм
ПММА 5%	74,7	28,1	6000...21 000
ПММА 5% + УЗ	26,6	28,1	500...1600
ПММА 5% + УЗ + УНТ 0,025 %	27,1	28,2	500...1600
ПММА 5% + УЗ + УНТ 0,050 %	27,2	28,1	500...1600

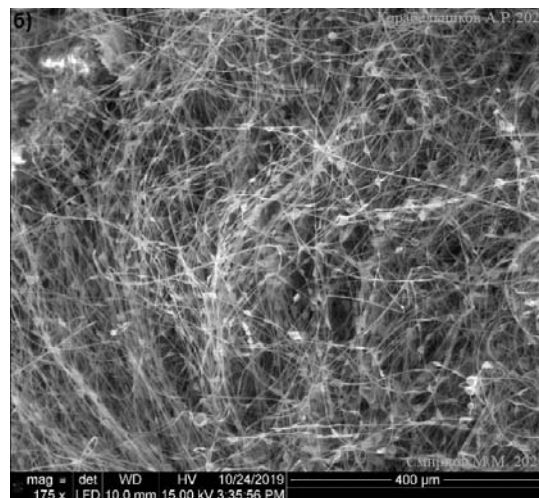
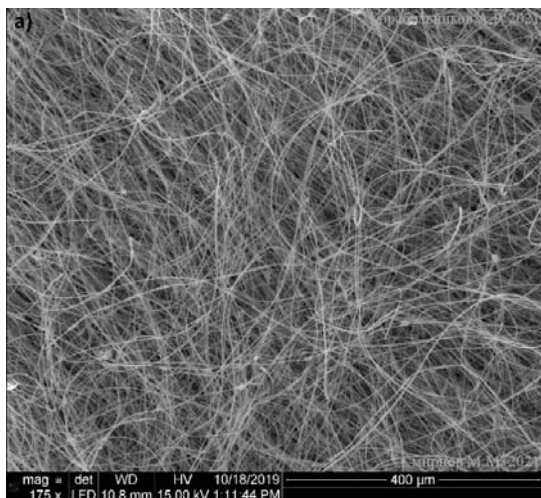


Рис. 4. Изменение морфологии материалов, получаемых из растворов:

а – ПММА 5 %, обработанный ультразвуком; б – ПММА 5 %, обработанный ультразвуком, с добавлением УНТ 0,025 %

На рис. 5 приведены микрофотографии образцов, сделанных с большим увеличением. Видно, что утолщения на волокнах имеют неправильную форму, эти дефекты делают слой волокон неравномерным по площади и могут являться концентраторами очагов неравномерного течения газовых потоков через такой материал, что может создать положительный эффект при использовании таких материалов в качестве газовых фильтров. Как видно из рис. 4, при использовании растворов, не содержащих УНТ, таких утолщений не образуется, из чего можно предположить, что подобные утолщения в данном случае вызваны добавлением УНТ в раствор. УНТ или их агломераты являются концентраторами, вокруг которых образуются эти утолщения в волокнах. Для доказательства этого предположения и определения количественных показателей содержания УНТ в образцах

необходимо проведение дополнительных исследований.

ВЫВОДЫ

Нами получены нано- и микроструктурные волокнистые композиционные материалы из ПММА, содержащие УНТ. Установлено, что обработка раствора ультразвуком перед электроформованием приводит к снижению его вязкости и уменьшению диаметров волокон, получаемых в процессе электроформования, снижению жесткости получаемого волокна (по результатам органолептической оценки). Добавление углеродных нанотрубок в раствор полимера приводит к тому, что получаемый материал имеет серый цвет, а волокна в нем содержат утолщения, которые предположительно образуются в результате внедрения нанотрубок или их агломератов в волокно. Такие материалы могут быть использованы для фильтрации газов.

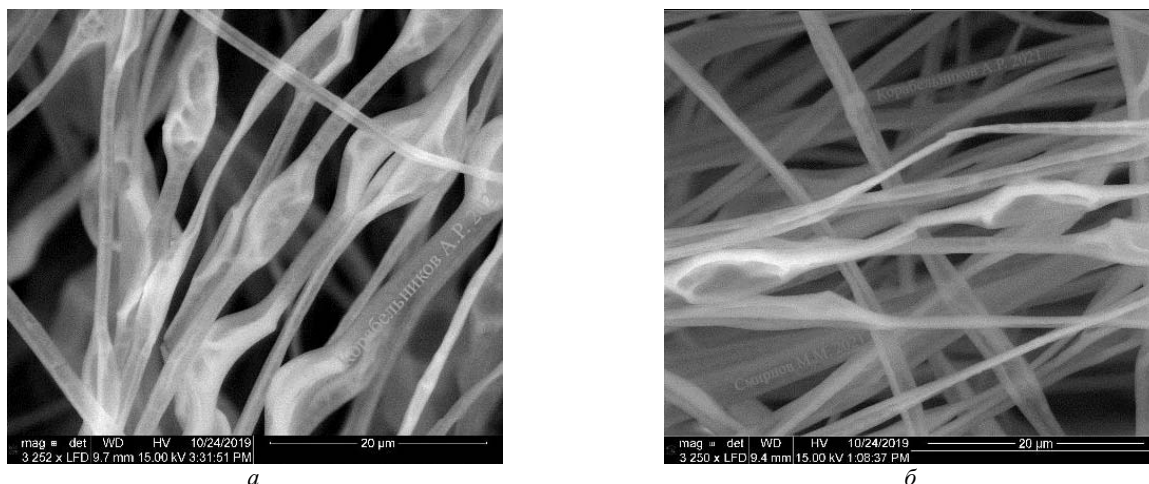


Рис. 5. Изменение морфологии материалов, получаемых из растворов:
 а – ПММА 5 %, обработанного УЗ, с добавлением УНТ 0,025 %;
 б – ПММА 5 %, обработанного УЗ, с добавлением УНТ 0,05 %

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Филатов Ю. Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс) / под ред. В. Н. Кириченко. М. : Нефть и газ, 1997. 298 с.
2. Корабельников А. Р., Шутова А. Г. Область применения и перспективы развития нановолокнистых материалов // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2014. № 1(32). С. 48–51.
3. Влияние концентрации раствора полимера на размер и морфологию волокон, получаемых методом электроформирования / А. Р. Корабельников, А. Г. Шутова, М. М. Смирнов, К. А. Семенова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 5(358). С. 109–112.
4. Патент РФ на полезную модель № 133529. МПК D01D 5/00(2006.01) B82B 3/00(2006.01). Устройство для получения полимерных нано- и микроволокон / Корабельников А. Р. ; патентообладатель Корабельников А. Р. Заяв. 2013116218/12 от 09.04.2013. Оpubл. 20.10.2013.
5. Смирнов М. М., Корабельников А. Р., Тихомиров С. А. Разработка экспериментального оборудования для электроформования фильерным способом // Технологии и качество. 2020. № 3(49). С. 16–20.

6. Полимерные нановолокнистые материалы с функциональными присадками, полученные электроформованием / А. Р. Корабельников, А. Г. Шутова, М. М. Смирнов, С. А. Тихомиров, А. А. Телицын // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2017. № 3(369). С. 264–269.
7. Получение полиакрилонитрильных волокон, наполненных углеродными нанотрубками / С. А. Жданок, Д. А. Житенева, С. С. Янченко, А. А. Лысенко, В. А. Лысенко // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2011. № 2. С. 25–30.
8. Житенева Д. А., Асташкина О. В., Фридман Л. И. Полиакрилонитрильные волокна, наполненные углеродными нанотрубками. Получение и свойства // Химические волокна. 2015. № 2. С. 25–27.
9. Углеродные нанотрубки: морфология и свойства / А. А. Михалчан, В. А. Лысенко, Н. Ш. Мурадова, Д. А. Житенева, Е. В. Саклакова, А. А. Лысенко // Химические волокна. 2010. № 5. С. 18–22.
10. Промышленное производство углеродного наноструктурного материала «Таунит» / А. Ткачев, С. Мищенко, В. Негров, Н. Меметов, А. Пасько, С. Блинов, Д. Турлаков // Наноиндустрия : научно-технический журнал. 2007. № 2. С. 24–26.
11. УНТ серии «Таунит» // ООО «НаноТехЦентр» : офиц. сайт. URL: <http://www.nanotc.ru/productions/87-cnm-taunit> (дата обращения: 12.02.2021).

REFERENCES

1. Filatov Yu. N. Elektroformovanie voloknistykh materialov (EFV-process) / pod red. V. N. Kirichenko. M. : Neft' i gaz, 1997. 298 s.
2. Korabel'nikov A. R., Shutova A. G. Oblast' primeneniya i perspektivy razvitiya nanovoloknistykh materialov // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. № 1(32). S. 48–51.
3. Vliyanie koncentracii rastvora polimera na razmer i morfologiyu volokon, poluchaemykh metodom elektroformirovaniya / A. R. Korabel'nikov, A. G. SHutova, M. M. Smirnov, K. A. Semenova // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2015. № 5(358). С. 109–112.
4. Patent RF na poleznuyu model' № 133529. MPK D01D 5/00(2006.01) B82B 3/00(2006.01). Ustrojstvo dlya polucheniya polimernykh nano- i mikrovolokon / Korabel'nikov A. R. ; patentoobladatel' Korabel'nikov A. R. Zayav. 2013116218/12 ot 09.04.2013. Opubl. 20.10.2013.
5. Smirnov M. M., Korabel'nikov A. R., Tihomirov S. A. Razrabotka eksperimental'nogo oborudovaniya dlya elektroformovaniya fil'ernym sposobom // Tekhnologii i kachestvo. 2020. № 3(49). S. 16–20.
6. Polimernye nanovoloknistye materialy s funkcional'nymi prisadkami, poluchennye elektroformirovaniem / A. R. Korabel'nikov, A. G. SHutova, M. M. Smirnov, S. A. Tihomirov, A. A. Telicyn // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2017. № 3(369). С. 264–269.
7. Poluchenie poliakrilonitril'nykh volokon, napolnennykh uglerodnymi nanotrubbkami / S. A. Zhdanok, D. A. Zhiteneva, S. S. Yanchenko, A. A. Lysenko, V. A. Lysenko // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti. 2011. № 2. S. 25–30.
8. Zhiteneva D. A., Astashkina O. V., Fridman L. I. Poliakrilonitril'nye volokna, napolnennye uglerodnymi nanotrubbkami. Poluchenie i svoystva // Himicheskie volokna. 2015. № 2. S. 25–27.
9. Uglerodnye nanotrubki: morfologiya i svoystva / A. A. Mihalchan, V. A. Lysenko, N. Sh. Muradova, D. A. Zhiteneva, E. V. Saklakova, A. A. Lysenko // Himicheskie volokna. 2010. № 5. S. 18–22.
10. Promyshlennoe proizvodstvo uglerodnogo nanostrukturnogo materiala «Таунит» / А. Ткачев, S. Mishchenko, V. Negrov, N. Memetov, A. Pas'ko, S. Blinov, D. Turlakov // Nanoindustriya : nauchno-tekhnicheskij zhurnal. 2007. № 2. S. 24–26.
11. UNT serii «Таунит» // ООО «НаноТехЦентр» : ofic. sajт. URL: <http://www.nanotc.ru/productions/87-cnm-taunit> (data obrashcheniya: 12.02.2021).

Статья поступила в редакцию 03.03.2021
Принята к публикации 27.05.2021

ДИЗАЙН

Научная статья

УДК 666.29; 745

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-62-67

Татьяна Викторовна Лебедева¹

Сергей Ильич Галанин²

^{1,2}Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹letavi44@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7744-4193>,

²sgalanin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

ДЕКОРИРОВАНИЕ ФИНИФТЯНЫХ ВСТАВОК ЭМАЛЕВОЙ ЗЕРНЬЮ

Аннотация. Приведены результаты экспериментального исследования комбинированной техники эмалирования: финифть с эмалевой зернью. Получены оригинальные финифтяные вставки, декорированные эмалевой зернью различных цветов и размеров, применение которых расширяет возможности декоративного эмалирования. Показано, что разная степень оплавления эмалевой зерни на подготовленной основе дает различные художественные эффекты. Сферические зернинки, качественно сцепленные с эмалевым грунтом, дают более явный, эффектный рельеф, акцентируют внимание на конкретных элементах живописной композиции. Оплавленные полусферические зернинки придают легкую фактурность композиции, поддерживают и дополняют эмалевую роспись. Приведены рекомендации по формированию зерни, приготовлению эмалевого грунта, прорисовке деталей, температурам обжига эмалей для получения качественной зерни и красочной художественной композиции, а также другим технологическим и дизайнерским аспектам процесса декорирования.

Ключевые слова: художественное горячее эмалирование, финифть, эмалевая зернь, декоративные эффекты, роспись по эмали, обжиг эмалей, ювелирные украшения

Для цитирования: Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декорирование финифтяных вставок эмалевой зернью // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 62–67. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-62-67>.

Original article

Tat'yana V. Lebedeva, Sergey I. Galanin

Kostroma State University, Kostroma, Russia

DECORATING ENAMEL INSERTS WITH ENAMEL GRANULATION

Abstract. The results of an experimental study of the combined enamelling technique are presented – enamel with enamel granulation. Original enamel inserts, decorated with enamel granules of various colours and sizes, were obtained, the use of which expands the possibilities of decorative enamelling. It is shown that different degrees of fusion of the enamel grain on the prepared base gives different artistic effects. Spherical grains, qualitatively adhered to the enamel ground, give a more explicit, spectacular relief; focus on specific elements of the pictorial composition. Melted hemispherical grains give a light texture to the composition, support and complement the enamel painting. Recommendations are given on the formation of granulation, preparation of enamel soil, drawing of details, firing temperatures of enamels to obtain high-quality granulation and colourful artistic composition, as well as other technological and design aspects of the decorating process.

Keywords: artistic hot enamelling; enamel miniature; enamel granulation; decorative effects; painting on enamel; firing enamels, jewellery

For citation: Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorating finift inserts with enamel grain. *Tekhnologii i kachestvo = Technologies & Quality*. 2021;2(52):62–67. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-62-67>.

Введение. Горячее эмалирование, несмотря на многовековые традиции, остается одной из перспективных технологий, позволяющей созда-

вать уникальные украшения [1]. Оно обладает широчайшим потенциалом благодаря большому разнообразию декоративных способов, приемов и техник эмалирования, в том числе и на сложнопрофильных поверхностях [2, 3].

© Лебедева Т. В., Галанин С. И., 2021

В настоящее время для декорирования ювелирных украшений широко используется эмалевая зернь – маленькие эмалевые шарики, полученные оплавлением эмали. Эмалевая зернь как декоративный элемент обладает широким потенциалом, а ее использование в художественном эмалировании предоставляет широкий простор для фантазии. Эмалевую зернь можно использовать для создания оригинальных цветных композиций, необычных узоров, для получения рельефа (рис. 1).

Эмалевая зернь упоминается во многих российских и зарубежных литературных источниках [3–12]. В работах [13, 14] подробно, пошагово описана технологическая последовательность получения эмалевой зерни с помощью пламени газовой горелки. Приведены примеры декоративных эффектов на эмалевой поверхности, полученные с помощью зерни из прозрачных эмалей.

Эмалевую зернь можно сочетать с другими декоративными приемами и техниками эмалирования. Например, эффекты, полученные с помощью эмалевой зерни в сочетании с финифтью, обладают высокой декоративностью. Их использование расширяет возможности эмалирования и, следовательно, ассортимент ювелирно-художественной продукции.

В работе [15] подробно описан технологический цикл, позволяющий получать эмалевую зернь из прозрачных и непрозрачных эмалей в муфельной печи. Показаны возможности получения разнообразных эффектов на эмалевой поверхности при использовании зерни различных цветов и размеров в сочетании с финифтью. В работе предлагается получать рельефное декоративное изображение с помощью эмалевой зерни, а затем декорировать его миниатюрной живописью (рис. 2).



Рис. 1. Работы с зернью современных эмалей
(рисунки взяты из открытых источников)



Рис. 2. Получение рельефного изображения с последующей росписью

Так как данный прием весьма перспективен, были продолжены экспериментальные исследования комбинированной техники, сочетающей эмалевую зернь с финифтью. В статье представлены частичные результаты – предварительное получение живописного изображения с последующим декорированием его эмалевой зернью.

Материалы, оборудование, инструменты и приспособления

Использовались образцы из серебра 925 пробы, на которые наносились горячие эмали Дулёвского красочного завода (ДКЗ) и эмали

производства Австрии. Роспись осуществлялась эмалевыми красками, смешанными с машинным маслом. Для фиксации эмалевой зерни использовался клей трагант. Сведения об исследуемых эмалях представлены в табл. 1.

В экспериментах использовалось следующее оборудование, инструменты и приспособления: муфельная печь; газовая горелка; ступки и пестики для растирания эмали; подставки для обжига эмали; пинцет; шпатели и кисти для нанесения эмали; кисточки для проведения росписи; жарозащитные рукавицы.

Т а б л и ц а 1

Используемые эмали

№	Цвет	Маркировка производителя	T _{пл.} , °C
<i>Непрозрачные эмали</i>			
1	Светло-голубой	250 AV (BLUE LIGHT)	730...770
2	Синий	291 AV (TURQUOISE)	
3	Небесно-голубой	800 AV (SKY BLUE)	
4	Бирюзовый	№ 85 ДКЗ	790...820
5	Голубой	№ 65 ДКЗ	
6	Белый	№ 12 ДКЗ	
7	Сиреневый	№ 42 ДКЗ	
<i>Прозрачные эмали</i>			
8	Фондон	№ 32 ДКЗ	790...820
9	Светло-голубой	№ 66 ДКЗ	
10	Фиолетовый (василек)	№ 18 ДКЗ	
11	Красный (рубин)	№ 5 ДКЗ	
12	Синий	№ 126 ДКЗ	
13	Зеленый	№ 84 ДКЗ	
14	Морская зелень	№ 114 ДКЗ	
<i>Эмалевые краски</i>			
15	Белый	14909	780...810
16	Пурпур	A-1006	
17	Оранжевый	№16	
18	Желтый	H-1001	
19	Лимонный	H-4000	
20	Зеленый	K-1001	
21	Изумруд	K-1002	
22	Бирюзовый	121234	
23	Коричневый	R-10076	
24	Фиолетовый	721233	
25	Черный	14448	

Методика эксперимента

1. Получение зерни. Для создания эмалевой зерни подходят эмали, изначально находящиеся в кусковой форме. Куски эмали помещаются в плотную ткань и дробятся легкими ударами молоточка до нужного размера. Измельченные до необходимого размера кусочки эмали выкладываются на огнеупорный камень, заранее натертый толстым слоем мела, который предотвращает прилипание эмали к поверхности камня. Подготовленную подставку с кусочками эмали помещают в муфельную печь и через смотровое отверстие следят за процессом получения зерни [15].

Можно оплавливать кусочки эмали последовательным нагревом нейтральным пламенем газовой горелки. При высокой температуре под действием силы поверхностного натяжения кусочки эмали приобретают сферическую форму. Для получения шариков (рис. 3) использовались эмали с высоким поверхностным натяжением, а для грунта – эмали, характеризующиеся максимально высокой смачиваемостью [13, 14].

2. Подготовка металлической основы. Образцы выпиливались из листового серебра 925 пробы толщиной 1 мм. Для снятия внутренних напряжений образцы отжигались, а затем отбеливались в 15%-ном растворе лимонной кислоты.

3. Нанесение эмалевого грунта.

Порошковая грунтовая эмаль наносилась на лицевую сторону металлической основы в два слоя. Грунтовую эмаль можно наносить в виде шликера, смешивая эмалевый порошок с дистиллированной водой, или в сухом виде напылением. Каждый слой просушивался и обжигался до зеркального блеска при температуре 770...820 °C.



Рис. 3. Эмалевая зернь

4. Нанесение фондона. Для большего блеска и качественного нанесения цветной живописной эмали на поверхность грунтового покрытия наносился промежуточный слой фондона – бесцветной прозрачной эмали.

5. Нанесение контуров рисунка. Иногда задуманная идея требует четкого контура.

В эксперименте контуры эскизного рисунка переводились на кальку и с помощью карандаша переносились на полученное грунтовое покрытие. Затем контур обводился черной эмалевой краской и запекался. После обжига прочерченный рисунок отчетливо виден, благодаря впадению в фондон.

6. Роспись эмалевыми красками. Эмалевые краски последовательно наносились на подготовленную поверхность, начиная от светлых тонов и заканчивая темными. Каждый живописный слой обжигался при температуре 800...810 °С. На первом этапе росписи наносились основные элементы рисунка. Затем отрисовывались основ-

















ные детали изображения и светотени. В заключение выявлялись второстепенные детали, прорабатывались полутона, уточнялись цветовые соотношения.

7. Наложение эмалевой зерни. На эмалевую живописную поверхность в соответствии с художественным замыслом укладывалась зернь, предварительно смоченная в траганте, образец просушивался и подвергался обжигу при температуре 800...810 °С.









Результаты декорирования финифти эмалевой зернью. Результаты эксперимента по декорированию живописного изображения эмалевой зернью представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Этапы получения декоративных покрытий

<i>Эксперимент 1. «Бабочки»</i>			
Нанесение контура на обожженную грунтовую эмаль	1 этап отрисовки	2 этап отрисовки	Наложение эмалевой зерни
			
			
<i>Эксперимент 2. «Цветы и бабочки»</i>			
1 этап отрисовки	2 этап отрисовки	3 этап отрисовки	Наложение эмалевой зерни
			
			

Окончание табл. 2

<i>Эксперимент 3. «Растительный орнамент»</i>			
Обжиг грунтовой эмали	1 этап отрисовки	2 этап отрисовки	Наложение эмалевой зерни
			
<i>Эксперимент 4. «Рельефные бабочки»</i>			
Обжиг грунтовой эмали		Нанесение элементов росписи и наложение эмалевой зерни	
			
			

ВЫВОДЫ

1. Для приготовления эмалевого грунта рекомендуется использовать сырой способ нанесения грунтовой эмали, т. е. наносить эмаль в виде шликера. При сухом способе нанесения грунтовой эмали (напылением) после обжига на эмалевой поверхности образуются поры.

2. Грунтовая эмаль должна быть несколько более тугоплавкой, чем живописные эмали, чтобы при дальнейших обжигах не смешивалась роспись с грунтом, если только это не обусловлено художественным замыслом.

3. Прорисовывать детали следует от светлых тонов к темным. При создании несложной композиции с использованием ограниченной цветовой палитры роспись выполняется, как правило, в 2–3 этапа. Для написания сложной миниатюры, богатой цветовыми оттенками, требуется более 4 прописок и последующих обжигов. При этом следует учитывать, что при каждом последующем обжиге эмалевые краски незначительно меняют свои оттенки.

4. В одной композиции можно использовать зернь как одинаковых, так и различных диаметров. Эксперимент показал возможность

получения эмалевой зерни в интервале 0,5...5 мм. Для получения эмалевой зерни следует выбирать более тугоплавкую эмаль, для того чтобы завершающий обжиг живописной композиции с зернью не привел к незапланированному расплавлению зернинок.

5. Важно контролировать продолжительность обжига эмалевой зерни на грунтовой эмали, наблюдая за ее обжигом сквозь смотровое отверстие муфельной печи. Кратковременный обжиг не обеспечит достаточного вплавления зерни в грунтовый слой. Длительный обжиг может привести к оплавлению и растеканию зернинок, следовательно, к нарушению или утрате первоначального художественного замысла.

6. С эстетической точки зрения разная степень оплавления эмалевой зерни на подготовленной основе дает разные художественные эффекты. Сферические зернинки, качественно сцепленные с эмалевым грунтом, дают более явный эффектный рельеф, акцентируют внимание на конкретных элементах живописной композиции (декор на крыльях бабочек, капли росы на лепестках цветов). Оплавленные полусферические зернинки придают легкую фактурность

композиции, поддерживают и дополняют эмалевую роспись.

7. Изящная миниатюрная живопись прекрасно сочетается с эмалевой зернью. Живописное изображение, декорированное эмалевой

зернью, выглядит более эффектно, планово, рельефно. Эмалевые зернинки придают росписи декоративность и орнаментальность, являются завершающим штрихом в композиции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галанин С. И., Сильянова Е. Н. Материалы и технологии Рене Лалика // Технологии и качество. 2018. № 4(42). С. 52–58.
2. Галанин С. И., Висковатый И. С., Колупаев К. Н. Дизайн сложнопрофильных металлических поверхностей // Технологии и качество. 2017. № 1(37). С. 25–31.
3. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные способы горячего эмалирования // Дизайн и технологии. 2019. № 69(111). С. 6–16.
4. Лебедева Т. В., Проничев И. Л. Технология художественного эмалирования : учеб. пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2010. 64 с.
5. Галанин С. И., Лебедева Т. В. Защитно-декоративные покрытия в ювелирном производстве : учеб. пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. 150 с.
6. Декоративные способы нанесения эмалей // Эмалирование.ру. Техника нанесения эмали. URL: <http://www.emaliruem.ru> (дата обращения: 14.12.2020).
7. Ball R. Enameling. A & C Black Publishers Ltd, 2006. 128 p.
8. Palmer D. Enameling. Annes, 1998. 96 p.
9. Мэтьюс Г. Л. Эмали. Эмалирование. Эмальеры : пер. с англ. Омск : Дедал-Пресс, 2006. 212 с.
10. Бреполь Э. Художественное эмалирование : пер. с нем. Л. : Машиностроение, 1986. 186 с.
11. Le Van M. 500 enameled objects. Lark Books, 2009. 420 p.
12. Patti Genack. Terms and types of enameling. The PMC Studio, 2007. 20 p.
13. Лебедева Т. В., Ишутина А. Н., Никонорова О. И. Получение декоративных эффектов на эмалевой поверхности с помощью эмалевой зерни // Дизайн. Теория и практика. 2013. Вып. 13. С. 11–19.
14. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты при горячем эмалировании : монография. Кострома : Изд-во Костром. гос. ун-та, 2016. 99 с.
15. Сырейщикова О. Н., Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты на финифтяных вставках, формируемые с применением эмалевой зерни // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2018. Т. 38, № 1. С. 77–81.

REFERENCES

1. Galanin S. I., Sil'yanova E. N. Materialy i tekhnologii Rene Lalika // Tekhnologii i kachestvo. 2018. № 4(42). S. 52–58.
2. Galanin S. I., Viskovatyj I. S., Kolupaev K. N. Dizajn slozhnoprofil'nyh metallicheskih poverhnostej // Tekhnologii i kachestvo. 2017. № 1(37). S. 25–31.
3. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Dekorativnye sposoby goryachego emalirovaniya // Dizajn i tekhnologii. 2019. № 69(111). S. 6–16.
4. Lebedeva T. V., Pronichev I. L. Tekhnologiya hudozhestvennogo emalirovaniya : ucheb. posobie. Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2010. 64 s.
5. Galanin S. I., Lebedeva T. V. Zashchitno-dekorativnye pokrytiya v yuvelirnom proizvodstve : ucheb. posobie. Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2014. 150 s.
6. Dekorativnye sposoby naneseniya emalej // Emalirovanie.ru. Tekhnika naneseniya emali. URL: <http://www.emaliruem.ru> (data obrashcheniya: 14.12.2020).
7. Ball R. Enameling. A & C Black Publishers Ltd, 2006. 128 p.
8. Palmer D. Enameling. Annes, 1998. 96 p.
9. Met'yus G. L. Emali. Emalirovanie. Emal'ery : per. s angl. Omsk : Dedal-Press, 2006. 212 s.
10. Brepol' E. Hudozhestvennoe emalirovanie : per. s nem. L. : Mashinostroenie, 1986. 186 s.
11. Le Van M. 500 enameled objects. Lark Books, 2009. 420 p.
12. Patti Genack. Terms and types of enameling. The PMC Studio, 2007. 20 p.
13. Lebedeva T. V., Ishutina A. N., Nikonorova O. I. Poluchenie dekorativnyh effektov na emalevoj poverhnosti s pomoshch'yu emalevoj zerni // Dizajn. Teoriya i praktika. 2013. Vyp. 13. S. 11–19.
14. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Dekorativnye efekty pri goryachem emalirovanii : monografiya. Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. un-ta, 2016. 99 s.
15. Syreishchikova O. N., Lebedeva T. V., Galanin S. I. Dekorativnye efekty na finiftyanyh vstavkah, formiruemye s primeneniem emalevoj zerni // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti. 2018. T. 38, № 1. S. 77–81.

Статья поступила в редакцию 12.01.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 677.074.076

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-68-71

Ольга Владимировна Иванова¹

Ольга Леонидовна Аккуратова²

^{1,2}Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹olgavladivanov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5173-0861>

²akkuratowa.olga@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4290-2515>

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ АВТОРСКИХ ФАКТУР ДЛЯ ОДЕЖДЫ И ИНТЕРЬЕРНОГО ТЕКСТИЛЯ

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы разработки и реализации дизайн-проектов на основе цифровых технологий проектирования, сбора и анализа больших данных по авторским фактурам. Предлагается дизайн конструктора авторских фактур в контексте «человек – изделие – среда – цифровая среда», позволяющий оперативно выбирать значимые параметры для проектирования кастомизированных дизайнерских продуктов на основе анализа дата-сетов ключевых показателей деятельности предприятий профильной отрасли, информации о наиболее востребованных вакансиях, перспективной тематике научных публикаций в сфере дизайна и технологий. Проектное решение позволяет реализовывать дизайн-проекты для различных областей антропоцентрического проектирования.

Ключевые слова: фактура, дизайн, текстиль, цифровые технологии, конструктор, большие данные, антропоцентрическое проектирование

Для цитирования: Иванова О. В., Аккуратова О. Л. Цифровые технологии в дизайне авторских фактур для одежды и интерьерного текстиля // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 68–71. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-68-71>.

Original article

Ol'ga V. Ivanova¹, Ol'ga L. Akkuratova²

^{1,2}Kostroma State University, Kostroma, Russia

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DESIGN OF AUTHOR'S TEXTURES FOR CLOTHING AND INTERIOR TEXTILES

Abstract. The article deals with topical issues of development and implementation of design projects based on digital design technologies, collection and analysis of big data on author's invoices. The design of the designer of the author's invoices in the context of “person – product – environment – digital environment” is proposed, which allows quickly selecting significant parameters for designing customised design products based on the analysis of data sets of key performance indicators of enterprises in the profile industry, information about the most popular vacancies, promising topics of scientific publications in the field of design and technology. The design solution allows implementing design projects for various areas of anthropocentric design.

Keywords: texture, design, textiles, digital technologies, designer, big data, anthropocentric design

For citation: Ivanova O. V., Akkuratova O. L. Digital technologies in the design of author's textures for clothing and interior textiles. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):68–71. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-68-71>.

Современная модная индустрия – основа для формирования нового рынка Fashionwear (FashionNet) как самостоятельного сектора экономики, включающего в себя производство и сбыт модных товаров (одежды, обуви, аксессуаров, предметов текстильного интерьера и др.) [1]. Главная особенность этого рынка – быстрая скорость изменений и жесткая конкуренция

между модными брендами. Разработка методологии дизайна одежды, интерьерных решений из текстиля и других материалов, ориентированных на актуальные тренды fashion-рынка методами анализа данных, – один из перспективных вариантов быстрого и качественного решения поставленной задачи. Устойчивый рост доли дизайн-проектов, выполненных при помощи цифровых технологий, как на этапах проектирования дизайн-объектов,

© Иванова О. В., Аккуратова О. Л., 2021

так и продвижения, исследования в этой области являются актуальными.

Выполненная аналитика больших данных позволяет сделать вывод, что наиболее востребованным решением, направленным на реализацию творческого потенциала дизайнера, являются авторские фактуры. В связи с этим проведен анализ трех дата-сетов для подтверждения выдвинутой гипотезы:

- 1) предприятия сферы дизайна, швейной отрасли, торговые организации, проектные бюро, дизайн-студии;
- 2) наукометрические показатели публикационной активности по проблематике цифрового проектирования кастомизированных продуктов модной отрасли в России и мире (информация о перспективности и векторе развития рынка);
- 3) данные о вакансиях и требуемых компетенциях соискателей для предприятий сферы дизайна (информация о текущей конъюнктуре рынка).

Структура анализа данных представлена внутренними и внешними источниками. Разработаны алгоритмы кластеризации баз данных по актуальным метрикам. Для аналитики предприятий сферы дизайна выбраны 5 метрик/переменных, из которых базовой является наличие бренда, следующие 4 переменные – использование авторских фактур, коллекционный подход, участие в выставках, использование Social Media Marketing (SMM) продвижения.

Анализ показал, что более 60 % крупных и 40 % малых и средних предприятий сферы дизайна показали значимость всех переменных, что подтверждает гипотезу о значимости дизайнерских и цифровых компетенций, задающих вектор развития fashion-индустрии. Наиболее значимыми дизайнерскими компетенциями являются авторские фактуры и формообразование, цифровые – BigData, цифровое проектирование, искусственный интеллект, платформенные решения.

Предложенный алгоритм работы с BigData, который отличается уникальностью и универсальностью, может быть использован для любой отрасли промышленности, позволяет сократить время, трудовые и финансовые ресурсы на получение актуальных, свежих данных [2].

Для целей проектирования предлагаемый конструктор учитывает, что существующие (выделенные) объективные особенности материалов проявляются при создании и эксплуатации фактур и фактурных композиций. Совокупность свойств материалов позволяет грамотно подобрать, скомбинировать на основании зна-

чимых показателей фактурное решение, максимально учитывающее качественные и эстетические характеристики в соответствии с назначением дизайн-проекта [3].

Для получения максимального эффекта при изготовлении и эксплуатации продукта необходимо учитывать систему целевого использования и потребления: человек – изделие – среда – цифровая среда, свойства материалов, играющие важную роль на всех этапах создания авторской фактуры (геометрические, механические, физические, износостойкость, изменение линейных параметров).

Рациональный выбор показателей свойств материалов, эстетического и функционального назначения дизайн-проекта позволяет соответствовать современным запросам рынка, являться инновационным предложением в разных сферах антропоцентрического проектирования, учитывать современные тренды работы в производственно-продуктовом сегменте, в части глубокой кастомизации и индивидуализации производства [4].

Особое внимание уделено эстетической и утилитарной функциям фактурных поверхностей, эстетической – как основе образа и ассоциативного восприятия, утилитарной – как фундаменту функциональности, практичности, удобства и комфорта [5]. Актуальная задача – систематизация возможных фактурных решений в цифровом платформенном формате, графическая визуализация и применение в двух-, трехмерном воплощении через современные графические программы [6].

Дизайн конструктора авторских фактур в контексте «человек – изделие – среда – цифровая среда» предполагает учет основных классификационных признаков по свойствам, таким как геометрические – толщина, ширина, длина; механические – растяжение, сжатие, изгиб; физические – тепловые, оптические, проницаемость; износостойкость [7, 8]. По способу формообразования – путем драпирования, деформации, наслоения, валяния, перфорации, комбинаторных решений [9]. По параметрам визуального восприятия – объемная, плоскостная; по способу крашения и нанесения рисунка [10, 11]. Выбор техники исполнения, конфекционирование материалов, цветовое решение на прямую связано с выбором направления применения фактурного решения [12, 13].

ВЫВОД

Проектное решение позволяет реализовывать дизайн-проекты для различных областей антропоцентрического проектирования на осно-

ве анализа больших данных, наиболее значимых критериев классификации авторских фактур, влияющих факторов, проводить регулярную автоматизированную актуализацию базы дан-

ных в соответствии с запросами бизнеса, повысить востребованность кастомизированных продуктов и услуг.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Седых И. А. Индустрия моды – 2019 / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» // Институт «Центр развития». URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2019/06/03/1495959454/Индустрия%20моды-2019.pdf> (дата обращения: 20.02.2021).
2. Иванова О. В., Аккуратова О. Л. Практические аспекты проектирования авторских фактур в условиях кастомизированного производства // Дизайн и технологии. 2020. № 75(1). С. 14–23.
3. Иванова О. В. Технологии дизайн-мышления при проектировании и продвижении объектов предметной среды // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Кострома, 20 марта 2020 г.) : в 2 ч. / Костром. гос. ун-т ; сост. Т. В. Лебедева ; отв. ред. Н. Н. Муравская. Кострома : КГУ, 2020. Ч. 1. С. 42–46.
4. Казакова Н. А., Иванова О. В. Критерии конкурентоспособности изделий сложных форм в интерьере текстиля и костюме // Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг : междунар. сб. науч. тр. Шахты, 2017. С. 214–219.
5. Арбатова Л. И., Аккуратова О. Л. Фактурные решения поверхности современных материалов в дизайне костюма // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Кострома, 20 марта 2020 г.) : в 2 ч. / Костром. гос. ун-т ; сост. Т. В. Лебедева ; отв. ред. Н. Н. Муравская. Кострома : КГУ, 2020. Ч. 1. С. 7–9.
6. Иванова О. В. Проектирование складчатых форм в текстиле в условиях цифрового производства на основе дизайн-мышления // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Кострома : КГУ, 2019. С. 29–31.
7. Дизайн-образование как инструмент развития региона / О. В. Иванова, С. П. Рассадина, М. Л. Погорелова, Ю. А. Костюкова // Дизайн и технологии. 2018. № 63(105). С. 130–135.
8. Проектирование базового гардероба на основе традиций создания русского народного костюма – как способ реализации принципов «медленной» моды в России / М. Д. Волкова, Е. Л. Смирнова, Н. А. Смирнова, О. В. Иванова // Дизайн и технологии. 2018. № 68(110). С. 13–18.
9. Казакова Н. А., Иванова О. В. Прогнозирование развития модных форм в дизайне оконных драпировок // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2017. № 5(371). С. 143–147.
10. Иванова О. В., Казакова Н. А., Хамматова Э. А. Использование авторских фактур при кастомизации швейных изделий // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20, № 21. С. 70–72.
11. Иванова О. В., Смирнова Н. А., Хамматова Э. А. Формообразование изделий для текстильного оформления интерьера // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19, № 12. С. 117–120.
12. Иванова О. В., Третьякова Ю. В. Исследование потребительских свойств светозащитных полотен для интерьера // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 5(358). С. 136–141.
13. Иванова О. В., Дворецкая М. С. Использование теории чебышевских оболочек при проектировании элементов штор с ниспадающими складками // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 3 (345). С. 93–97.

REFERENCES

1. Sedyh I. A. Industriya mody – 2019 / Nacional'nyj issledovatel'skij universitet "Vysshaya shkola ekonomiki" // Institut «Centr razvitiya». URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2019/06/03/1495959454/Industriya%20mody-2019.pdf> (data obrashcheniya: 20.02.2021).
2. Ivanova O. V., Akkuratova O. L. Prakticheskie aspekty proektirovaniya avtorskih faktur v usloviyah kustomizirovannogo proizvodstva // Dizajn i tekhnologii. 2020. № 75(1). S. 14–23.
3. Ivanova O. V. Tekhnologii dizajn-myshleniya pri proektirovanii i prodvizhenii ob"ektov predmetnoj sredy // Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. (g. Kostroma, 20 marta 2020 g.) : v 2 ch. / Kostrom. gos. un-t ; sost. T. V. Lebedeva ; otv. red. N. N. Muravskaya. Kostroma : KGU, 2020. Ch. 1. S. 42–46.
4. Kazakova N. A., Ivanova O. V. Kriterii konkurentosposobnosti izdelij slozhnyh form v inter'ernom tekstile i kostyume // Tekhnicheskoe regulirovanie: bazovaya osnova kachestva materialov, tovarov i uslug : mezhdunar. sb. nauch. tr. SHahty, 2017. S. 214–219.

5. Arbatova L. I., Akkuratova O. L. Fakturnye resheniya poverhnosti sovremennykh materialov v dizajne kostyuma // Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. (g. Kostroma, 20 marta 2020 g.) : v 2 ch. / Kostrom. gos. un-t ; sost. T. V. Lebedeva ; otv. red. N. N. Muravskaya. Kostroma : KGU, 2020. Ch. 1. S. 7–9.
6. Ivanova O. V. Proektirovanie skladchatykh form v tekstile v usloviyakh cifrovogo proizvodstva na osnove dizajn-myshleniya // Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. Kostroma : KGU, 2019. S. 29–31.
7. Dizajn-obrazovanie kak instrument razvitiya regiona / O. V. Ivanova, S. P. Rassadina, M. L. Pogorelova, Yu. A. Kostyukova // Dizajn i tekhnologii. 2018. № 63(105). S. 130–135.
8. Proektirovanie bazovogo garderoba na osnove traditsiy sozdaniya russkogo narodnogo kostyuma – kak sposob realizatsii principov «medlennoj» mody v Rossii / M. D. Volkova, E. L. Smirnova, N. A. Smirnova, O. V. Ivanova // Dizajn i tekhnologii. 2018. № 68(110). S. 13–18.
9. Kazakova N. A., Ivanova O. V. Prognozirovanie razvitiya modnykh form v dizajne okonnykh drapirovok // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2017. № 5(371). S. 143–147.
10. Ivanova O. V., Kazakova N. A., Hammatova E. A. Ispol'zovanie avtorskiykh faktur pri kastomizatsii shvejnykh izdeliy // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. 2017. T. 20, № 21. S. 70–72.
11. Ivanova O. V., Smirnova N. A., Hammatova E. A. Formoobrazovanie izdeliy dlya tekstil'nogo oformleniya inter'era // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. 2016. T. 19, № 12. S. 117–120.
12. Ivanova O. V., Tret'yakova Yu. V. Issledovanie potrebitel'skiykh svoystv sveto-zashchitnykh poloten dlya inter'era // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2015. № 5(358). S. 136–141.
13. Ivanova O. V., Dvoreckaya M. S. Ispol'zovanie teorii chebyshevskikh obolochek pri proektirovanii elementov shtor s nispadayushchimi skladkami // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2013. № 3 (345). S. 93–97.

Статья поступила в редакцию 25.02.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 391.2

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-72-80

Алиса Павловна Неоронова¹

Ольга Владимировна Ковалева²

^{1,2}Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия

¹neoronova-ap@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5292-9530>

²kovaleva-ov@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1160-5780>

ЭТНОХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ КОСТЮМЕ РОССИЙСКИХ БРЕНДОВ

Аннотация. В данной статье рассмотрены этнохудожественные явления в костюме как проявление русского стиля. Проанализированы новые и развивающиеся российские бренды, работающие в русском стиле, на предмет выраженности этнической индивидуальности в современном костюме для формирования исследовательской базы как основы для выявления направления в проектировании одежды, которое будет сочетать современные тенденции моды и национальный костюм. Отбор российских брендов, подходящих для исследования, проходил по ряду критериев: философия бренда и средства визуальной выразительности. Такой критерий, как философия бренда отражает основную характеристику, определяющую суть бренда: идейно-эмоциональную и чувственно-образную составляющую. Для анализа визуальной выразительности были выбраны следующие позиции: форма и силуэт костюма; пропорции; цвет; материал; орнамент; декор; аксессуары. Таким образом, данное исследование позволяет выявить этнокультурные традиции в современном костюме и осуществить формирование базы сведений о форме, конструкции и деталях, которые применяются в проектировании новых коллекций в этническом стиле российских брендов.

Ключевые слова: этнохудожественные явления, русский стиль, философия бренда, визуальная выразительность, современный костюм, тенденции в костюме, анализ брендов

Для цитирования: Неоронова А. П., Ковалева О. В. Этнохудожественные явления в современном костюме российских брендов // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 72–80. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-72-80>.

Original article

Alisa P. Neoronova, Ol'ga V. Kovaleva

Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art), Moscow, Russia

ETHNO-ARTISTIC PHENOMENA IN THE MODERN COSTUME OF RUSSIAN BRANDS

Abstract. This article examines the ethnoartistic phenomena in costume as a manifestation of the Russian style. The article analyses new and developing Russian brands working in the Russian style for the expression of ethnic identity in modern costume to form a research base as a basis for identifying trends in clothing design that will combine modern fashion trends and national costume. The selection of Russian brands suitable for the study was carried out according to a number of criteria – brand philosophy and means of visual expression. Such a criterion as the brand philosophy reflects the main characteristic that determines the essence of the brand – the ideological-emotional and sensory-figurative component. For the analysis of visual expressiveness, the following positions were selected – the shape and silhouette of the costume; proportions; colour; material; ornament; decor; accessories. Thus, this study allows identifying the ethno-cultural traditions in modern costume and forming a base about the shape, design and details used in the design of new collections in the ethnic style of Russian brands.

Keywords: ethnoartistic phenomena, Russian style, brand philosophy, visual expressiveness, modern costume, trends in costume, brand analysis

For citation: Neoronova A. P., Kovaleva O. V. Ethno-artistic phenomena in the modern costume of russian brands. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):72–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-72-80>.

Выявление стиля в современном костюме, в частности русского стиля, – это путь выделения этнохудожественных явлений, т. е. своеобразия в костюме, «национальной индивидуальности», признаков, повторяющихся во времени и в пространстве. Именно стиль можно считать инструментом для понимания этнохудожественных явлений [1].

Выраженность или размытость этнического своеобразия искусства, в частности в искусстве костюма, связана с соотношением этнических, межэтнических, внеэтнических, в том числе национальных, интернациональных, вненациональных начал, складывающихся в общественном сознании в данное время [2, 3].

Многозначность одежды представляет собой широкое поле для исследования на предмет проявления этнохудожественных явлений в современном костюме. Цель данного исследования: проанализировать новые и развивающиеся российские бренды, работающие в русском стиле, на предмет выраженности этнической индивидуальности в современном костюме для формирования базы как основы для развития тенденций русской темы в современном костюме [4]. Понятие «бренд» в данной статье используется не как маркетинговое определение, а как дизайнерский сленг, под которым понимается торговая марка.

Отбор российских брендов, подходящих для исследования, проходил по ряду критериев, в первую очередь на предмет идейно-эмоциональной, чувственно-образной составляющей, которая отражалась в том, какая идея заложена в философию бренда, позиционирование бренда.

Второй критерий – это средства выразительности, используемые при проектировании одежды, как способ интерпретации русского стиля в одежде. Были выбраны следующие позиции: форма и силуэт костюма; пропорции; цвет; материал; орнамент; декор; аксессуары.

В настоящем исследовании составлена выборка дизайнеров и их брендов, создающих одежду в русском стиле (табл. 1).

Приведем пример анализа по представленным критериям на примере брендов Alena Akhmadullina, TATYANA PARFIONOVA, NEORONOVA (табл. 2).

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что отражение русского стиля в современных коллекциях российских дизайнеров достигается за счет сочетания различных элементов:

- использование народного кроя, что позволяет создавать простой и лаконичный силуэт изделия;
- применение цветовой гаммы, рождающейся на стыке традиционных цветов и цветов тренда, таким образом подчеркивается связь с цветами традиционных народных промыслов, таких как хохлома, жостовская роспись, гжель, палех и другие;
- декорирование изделий авторским принтом на основе стилизованного русского орнамента, росписи или традиционной вышивки, кружева, которое также стилизуется и выполняется вручную или адаптируется под автоматизированное производство, что сближает с современностью;
- изделия создаются в единичном экземпляре из экоматериалов;
- зачастую дополнением к костюму являются аксессуары: шарфы, сумки, бижутерия, выполненные в более традиционной русской интерпретации, что придает образу национальную принадлежность.

За счет гармоничного сочетания лаконичного силуэта костюма, авторского принта, декоративной вышивки, цветового решения российские дизайнеры создают уникальные коллекции, которые благодаря авторскому переосмыслению воплощают русский стиль в современном костюме.





Т а б л и ц а 1

Перечень российских дизайнеров, работающих в русском стиле





Дизайнер	Бренд	Дизайнер	Бренд
Алена Ахмадуллина	Alena Akhmadullina	Нина Самохина	Secret Garden
Татьяна Парфенова	TATYANA PARFIONOVA	Светлана Сальникова	Fy:г
Алиса Неоронова	NEORONOVA	Наталья Хованская и Настя Вяз	Tsar Bird
Светлана Левадная	Levadnaja Details	Дарья Гончар	Фактура тепла
Дарья Гревцева	SUREPKA	Сергей Сабинин	Горе
Леся Парамонова	LES'	Сергей Пахотин	Спутник 1985
Маша Андрианова	Masha Andrianova	Стас Фальков	Kruzhok
Мария Казакова	Jahnkoy	Василий Волчок	ВОЛЧОК
Нина Неретина и Донис Пупис	Nina Donis	Илья Варегин	Infundibulum
Антон Лисин	Антон Лисин	Рома Уваров	Roma Uvarov Design

Т а б л и ц а 2

Анализ брендов по представленным критериям

Бренд Alena Akhmadullina		
Идея и философия бренда		
Создание коллекции на основе русской культуры, мифологии, фольклора, сюжетов русских сказок. В качестве вдохновения для коллекций дизайнер каждый раз выбирает одну сказку или легенду и воплощает ее в современном костюме. Ценностью бренда является отражение индивидуальности и женственности		
Средства выразительности, используемые в изделиях бренда		
1. Форма и силуэт	Силуэт приталенный, трапециевидный или прямой. Формы костюма вытянутые	
2. Пропорции	Гармоничные согласно золотому сечению	
3. Цвет	Сложные цветовые сочетания, натуральные, природные оттенки	
4. Конструкция	Необычные авторские конструкции, основанные на элементах традиционных русских рубах и сарафанов. Используется рубашечный покрой рукава, сборки	

Продолжение табл. 2

<p>5. Материалы</p>	<p>Натуральные ткани либо современные смесовые материалы высокого качества: шелк, мерсеризированный хлопок, лен, шерсть, тенсел, вискоза</p>	
<p>6. Орнамент</p>	<p>Переработанный традиционный русский орнамент в авторский фантазийный, растительный; геометрический принт</p>	
<p>7. Декор</p>	<p>Фактуры меха, авторские фантазийные принты, аппликации, вышивки, жемчужная аппликация</p>	
<p>8. Аксессуары</p>	<p>Собственная линейка аксессуаров, включающая шарфы, платки, головные уборы, сумки, обувь и прочее. Аксессуары отражают стиль бренда и тематику коллекции через принты, цветовую гамму, вышивку, фактуры</p>	




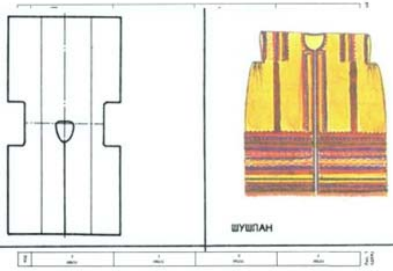
Продолжение табл. 2

Бренд TATYANA PARFIONOVA		
Идея и философия бренда		
<p>В основе бренда заложены высокие этические ценности. Дизайнер в коллекциях отражает не русскую тему, а русский стиль. Ценностью бренда является связь с искусством, преемственность поколений, бережное отношение к окружающей среде. Дизайнер позиционирует изделия своего бренд как одежду высокого качества ручной работы. Основной принцип: «Не нужно производить много плохих вещей, надо делать мало, но хороших».</p>		
Средства выразительности, используемые в изделиях бренда		
1. Форма и силуэт	<p>Прямой силуэт, а также трапеция или полуприлегающий силуэт. Длина изделий преимущественно макси и миди</p>	
2. Пропорции	<p>В коллекциях присутствуют все виды пропорций: гармонические, подобные, контрастные в зависимости от художественного и стиливого замысла</p>	
3. Цвет	<p>Сложные живописные цветовые гаммы, игра оттенков родственно-контрастных цветовых сочетаний, преимущественно теплых</p>	




Продолжение табл. 2

4. Конструкция	Практически базовые конструкции с втачным рукавом, встречаются исторические элементы (в том числе элементы национального костюма), внедренные в современные конструкции	
5. Материалы	Шелк, мохер, тафта; трикотаж, дублированный поролоном, ткани со световозвращающими свойствами	
6. Орнамент	Авторские моноаппортные принты (растительные, животные, фантазийные)	
7. Декор	Ручная вышивка бисером, нитью, аппликации на тему флоры и фауны по оригинальным эскизам дизайнера. Лазерные принты высокого качества. Ручная роспись	
8. Аксессуары, дополнения	Шарфы, палантины и платки ручной работы. В целом, аксессуары в коллекциях имеют менее важное значение, не являясь акцентом, выполняют функцию поддержания образа	

Продолжение табл. 2

Бренд NEORONOVA		
Идея и философия бренда		
<p>Раскрыть русское искусство и русский стиль в современном дизайне с разных сторон. Русский стиль сделать современным, актуальным. Ценность бренда: культурная идентификация, воплощение традиций; ручная работа и ремесленные техники; индивидуальность; универсальность; эксперимент в искусстве. Дизайнер позиционирует свой бренд как актуализацию русского народного искусства в современном дизайне костюма для любого пола и возраста</p>		
Средства выразительности, используемые в изделиях бренда		
1. Форма и силуэт	Трапецевидная форма, прямой или полуприлегающий силуэты	
2. Пропорции	Подобные, контрастные, гармонические в зависимости от художественного, стилового замысла, источника для переработки	
3. Цвет	Цветовые эксперименты. Важно – сочетание традиционной цветовой гаммы и трендовой (в моменте)	
4. Конструкция	Авторские конструкции, основанные на элементах традиционной русской одежды: рубах, сарафанов, наверхников. Либо полностью их повторяющие. В дополнение используются и классические, привычные формы костюма	

Окончание табл. 2

5. Материалы	Используется преимущественно ткань, однако применяется и трикотаж. В базе – акцент на натуральные материалы. В качестве дополнения или для выполнения элементов декора могут использоваться синтетические материалы	
6. Орнамент	Ведущие орнаментальные мотивы (растительные, фигуративные, геометрические; сетчато-раппортные, монораппортные или линейно-раппортные). Переработанный традиционный русский орнамент. Преимущественно растительные и флористические орнаменты (в виде принта, вышивок, кружева)	
7. Декор	Принты, ручная роспись, аппликации, вышивки, кружево, вышивка жемчугом и бисером	
8. Аксессуары, дополнения	Зачастую к образу/коллекции в дополнение выпускаются варианты головных уборов, аксессуаров для волос, обуви, бижутерии, также основанные на традициях русского народного творчества	

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Нехвядович Л. И. Этноискусствознание как метод изучения этнокультурных традиций в изобразительном искусстве // Мир науки, культуры, образования. 2013. № 6(43). С. 417–419.
2. Бромлей Ю. В. К вопросу об особенностях этнографического изучения современности // Советская этнография. 1977. № 1. С. 3–18.
3. Каменский А. А. О смысле художественной традиции // Советское искусствознание. 1982. Вып. 1. С. 27–30.
4. Бернштейн Б. М. Несколько соображений в связи с проблемой «искусство и этнос» // Советское искусствознание. 1979. № 2. С. 276.

REFERENCES

1. Nekhvyadovich L. I. Etnoiskusstvoznanie kak metod izucheniya etnokul'turnyh tradicij v izobrazitel'nom iskusstve // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. 2013. № 6(43). S. 417–419.
2. Bromlej Yu. V. K voprosu ob osobennostyah etnograficheskogo izucheniya soveremennosti // Sovetskaya etnografiya. 1977. № 1. S. 3–18.
3. Kamenskij A. A. O smysle hudozhestvennoj tradicii // Sovetskoe iskusstvoznanie. 1982. Vyp. 1. S. 27–30.
4. Bernshtejn B. M. Neskol'ko soobrazhenij v svyazi s problemoj «iskusstvo i etnos» // Sovetskoe iskusstvoznanie. 1979. № 2. S. 276.

Статья поступила в редакцию 04.04.2021
Принята к публикации 27.05.2021

ПО ИТОГАМ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ»
(г. Кострома, 14–18 декабря 2020 года)

Научная статья

УДК 621.65.07

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-81-83

Владимир Сергеевич Петровский¹

Денис Иванович Архипов²

^{1,2}Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹v_petrovsky@ksu.edu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0210-3604>,

²beji8520@maul.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4533-2087>

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ РОТОРНЫХ НАСОСОВ

Аннотация. В статье рассмотрена работа трехлопастного роторного насоса, профиль лопасти которого состоит из нескольких сопряженных окружностей. Показано, что величина зазора между роторами является важным параметром, влияющим на качество насосов. При проектировании с использованием САД-систем можно выявить грубые ошибки, например пересечение поверхностей, определить величину зазора между роторами при фиксированном положении механизма. Однако определить величину зазора в динамике приведенным программным обеспечением не представляется возможным, необходима разработка цифровой модели работы механизма. Рассмотренная в статье модель взаимодействия двух роторов, реализованная в программе Mathcad, позволяет при проектировании определить величину и характер изменения зазора при работе механизма.

Ключевые слова: роторные насосы, моделирование механизмов, построение криволинейного профиля, зазоры в механизме, метод обращенного движения, лопасть ротора, проектирование

Для цитирования: Петровский В. С., Архипов Д. И. Моделирование работы роторных насосов // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 81–83. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-81-83>.

Original article

Vladimir S. Petrovsky, Denis I. Arkhipov

Kostroma State University, Kostroma, Russia

MODELLING THE OPERATION OF ROTARY PUMPS

Abstract. The article considers the operation of a three-bladed rotary pump, the blade profile of which consists of several conjugate circles. It is shown that the size of the gap between the rotors is an important parameter that affects the quality of pumps. When designing using CAD systems, it is possible to identify gross errors, for example, the intersection of surfaces, to determine the amount of gap between the rotors at a fixed position of the mechanism. However, it is not possible to determine the size of the gap in the dynamics of the given software, it is necessary to develop a digital model of the mechanism. The model of interaction of two rotors considered in the article, implemented in the Mathcad program, allows determining the size and nature of the gap change during the operation of the mechanism.

Keywords: rotary pumps, modeling of mechanisms, curved profile construction, gaps in mechanism, reversed motion method, rotor blade, designing

For citation: Petrovsky V. S., Arkhipov D. I. Modeling the operation of rotary pumps. *Tekhnologii i kachestvo = Technologies & Quality*. 2021;2(52):81–83. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-81-83>.

В настоящее время при осуществлении производственных процессов, связанных с перекачиванием сырья и готовой продукции, ши-

роко применяются роторные насосы, к которым предъявляются повышенные требования к надежности. Нарушение нормальной работы узлов и машин в целом происходит как из-за неточности изготовления, так и в результате изменения

© Петровский В. С., Архипов Д. И., 2021

размеров трущихся деталей вследствие их износа. Износ приводит к увеличению зазора между роторами, а также между ротором и корпусом, что влечет за собой уменьшение производительности, потерю давления и работоспособности. Уменьшение зазора из-за погрешностей изготовления, деформации или теплового расширения деталей может привести к заклиниванию механизма. Поэтому зазор является важным параметром, влияющим на качество насоса, величину которого необходимо учитывать при проектировании механизма. Зазоры между роторами имеют сложную форму и изменяются при вращении ротора. Движение жидкости через зазоры сложной формы чаще всего не рассматривают, рассчитываются утечки жидкости через зазор простой формы, а влияние зазора сложного профиля учитывается коэффициентом [1], что может снизить точность расчета.

При проектировании с использованием САД-систем можно выявить грубые ошибки, например пересечение поверхностей, определить величину зазора между роторами при фиксированном положении механизма. Однако определить величину зазора в динамике приведенным программным обеспечением не представляется возможным, необходима разработка цифровой модели работы механизма.

В качестве примера рассмотрим работу трехлопастного роторного насоса, профиль лопасти которого состоит из нескольких сопряженных окружностей (рис. 1). Профиль задан окружностью головки r_1 и окружностью впадины r_2 , соединенных окружностью r_3 . Впадины на роторе ограничены окружностью R_1 , головки окружностью R_2 , головка повернута относительно впадины на угол ε . На все эти параметры заданы допуски, и каждый из параметров может быть проконтролирован.

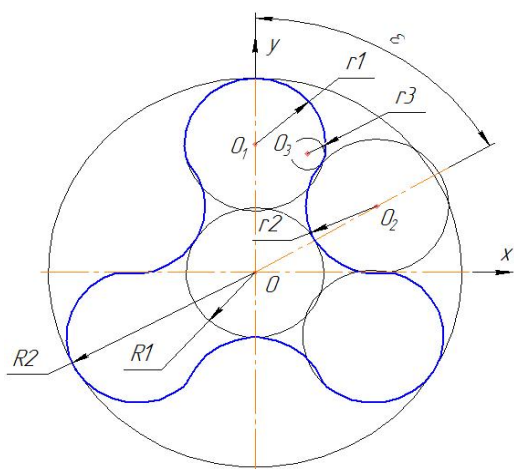


Рис. 1. Расчетная схема профиля лопасти ротора

Для построения профиля необходимо в первую очередь найти центры окружностей. Поместим неподвижную систему координат XOY в центр ротора в т. O , тогда:

– координаты центра головки O_1 :

$$xO_1 = 0; yO_1 = R_2 - r_1;$$

– координаты центра O_2 :

$$xO_2 = (R_1 + r_2) \sin \varepsilon;$$

$$yO_2 = (R_1 + r_2) \cos \varepsilon.$$

Так как окружность r_3 касательная к окружностям r_1 и r_2 , то центр O_3 сопряженной окружности будет находиться на пересечении двух радиусов r_4 и r_5 : $r_4 = r_1 - r_3$; $r_5 = r_2 + r_3$.

Координаты центра xO_3 , yO_3 могут быть найдены из решения системы уравнений:

$$\begin{cases} (xO_3 - xO_1)^2 + (yO_3 - yO_1)^2 = r_4^2; \\ (xO_3 - xO_2)^2 + (yO_3 - yO_2)^2 = r_5^2. \end{cases}$$

Координаты точки контакта (x_{13}, y_{13}) промежуточной окружности r_3 и головки колеса r_1 можно найти из решения системы уравнений:

$$\begin{cases} (x_{13} - xO_1)^2 + (y_{13} - yO_1)^2 = r_1^2; \\ (x_{13} - xO_3)^2 + (y_{13} - yO_3)^2 = r_3^2. \end{cases}$$

Аналогично могут быть найдены координаты (x_{23}, y_{23}) точки контакта впадины с переходной окружностью:

$$\begin{cases} (x_{23} - xO_2)^2 + (y_{23} - yO_2)^2 = r_2^2; \\ (x_{13} - xO_3)^2 + (y_{13} - yO_3)^2 = r_3^2. \end{cases}$$

По полученным координатам построены половина профиля впадины и головки. Копируя профиль относительно оси ординат и вспомогательной прямой под углом ε , получен полный профиль ротора (см. рис. 1).

Для моделирования зацепления роторов создадим второй профиль, поместив его центр O_4 на оси ординат, сместив на величину межосевого расстояния A ($xO_4 = 0$; $yO_4 = A$). Повернем профили так, чтобы центры головки и впадины находились на межосевой прямой, головка внизу, впадина вверху. Для определения формы и величины зазора между роторами используем метод обращенного движения. Повернем головку по часовой стрелке вокруг точки O , впадину против часовой стрелки вокруг точки O_4 на угол φ , затем обе кривые повернем против часовой стрелки вокруг точки O на угол φ . Для поворота профилей используем поворот системы координат в противоположную сторону.

Например, поворот кривой (x, y) вокруг т. O по часовой стрелке:

$$\begin{cases} x_1 = x \cos \varphi + y \sin \varphi; \\ y_1 = -x \sin \varphi + y \cos \varphi. \end{cases}$$

Модель работы механизма, реализованная в программе Mathcad, представлена на рис. 2.

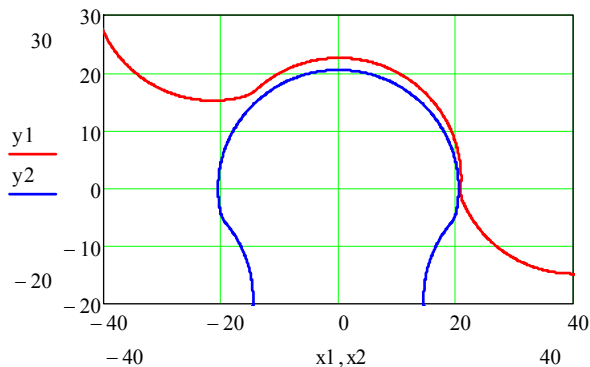


Рис. 2. Моделирование взаимодействия двух роторов

Переведем кривые в полярную систему координат:

$$\rho_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2};$$

$$\rho_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2}.$$

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Боровин Г. К., Костюк А. В. Математическое моделирование мультифазного двухвинтового насоса // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2008. № 18. 20 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2008-18> (дата обращения: 14.12.2020).

REFERENCES

1. Borovin G. K., Kostyuk A. V. Matematicheskoe modelirovanie mul'tifaznogo dvuhvintovogo nasosa // Preprinty IPM im. M. V. Keldysha. 2008. № 18. 20 s. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2008-18> (data obrashcheniya: 14.12.2020).

Тогда зазор Δ , определенный по нормали к профилю головки ротора: $\Delta = \rho_2 - \rho_1$. На рис. 3 показано изменение зазора при различных углах поворота ротора.

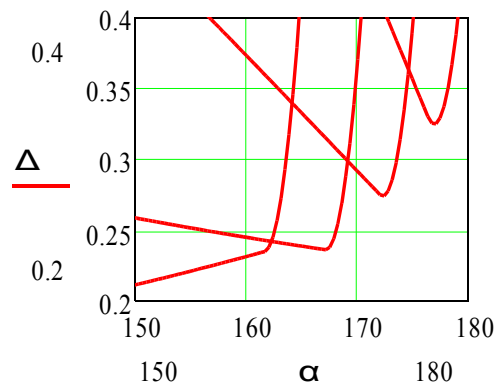


Рис. 3. Изменение формы зазора при различных положениях ротора

Из рисунка видно, что характер и величина зазора резко меняются при контакте роторов переходными радиусами r_3 .

ВЫВОД

Разработанная модель позволяет по фактическим размерам механизма определить величину и характер изменения зазора при его работе и внести необходимые коррективы в размеры и допуски деталей еще на стадии проектирования изделия.

Статья поступила в редакцию 14.01.2021
Принята к публикации 27.05.2021

Научная статья

УДК 621.9.067

doi 10.34216/2587-6147-2021-2-52-84-87

Владимир Викторович Романов

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

wwr52@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5776-4787>

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТОКАРНОЙ ОПЕРАЦИЕЙ

Аннотация. В данной статье приводится анализ логических функций управления промышленным роботом с элементами искусственного интеллекта. Исходные условия производственной ситуации дополнены компонентами, позволяющими существенно упростить математический аппарат управляющей программы. В результате минимизации получены очевидные для понимания условия реализации задачи управления. Выведенные выражения удобно использовать не только в производственных условиях, но и в учебном процессе. Данная задача включена в лабораторный цикл по дисциплине «Управление процессами и системами в машиностроении».

Ключевые слова: робот, управление, минимизация, карта Карно, логическая функция, датчики, токарная операция

Для цитирования: Романов В. В. Оптимизация алгоритма управления роботизированной токарной операцией // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 84–87. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-84-87>.

Original article

Vladimir V. Romanov

Kostroma State University, Kostroma, Russia

OPTIMISATION OF THE ALGORITHM FOR CONTROLLING A ROBOTIC TURNING OPERATION

Abstract. This article provides an analysis of the logical functions of industrial robot control with elements of artificial intelligence. The initial conditions of the production situation are supplemented with components that make it possible to significantly simplify the mathematical apparatus of the control program. As a result of minimisation, the conditions for the implementation of the control task are clear for understanding. The derived expressions are convenient to use not only in production conditions, but also in the educational process. This task is included in the laboratory cycle on the discipline “Process and system management in mechanical engineering”.

Keywords: robot, control, minimisation, Karnaugh map, logic function, sensors, turning operation

For citation: Romanov V. V. Optimization of the algorithm for controlling a robotic turning operation. *Tekhnologii i kachestvo* = Technologies & Quality. 2021;2(52):84–87. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-2-52-84-87>.

Современный уровень развития вычислительной техники позволяет создавать технологические комплексы с различным набором функций. При наличии соответствующих интерфейсов сопряжения представляется возможной разработка таких систем управления, которые могут расширить или даже в корне изменить набор типовых функций ранее разработанных устройств.

Наиболее перспективными в условиях ГАП могут быть роботы, оснащенные средствами осязания или, что еще лучше, средствами распознавания образов. Распознавание образов – достаточно сложная задача, и она может решаться с различной степенью детализации. Это могут быть системы технического зрения (СТЗ), а мо-

гут быть достаточно простые тактильные средства осязания. На кафедре технологии машиностроения КГУ ведутся работы в обоих направлениях. В статье рассмотрен пример задачи, впервые поставленной в работе профессора Ю. С. Шарина [1, с. 134]. Однако полученные в данной работе результаты путем некоторых дополнительных допущений в значительно большей степени могут быть оптимизированы.

Постановка задачи: пусть восемь типовых размеров валов в произвольном порядке поступают по лотку (рис. 1). Робот обслуживает два токарных станка, один – с патроном для большого диаметра, другой – с патроном для малого диаметра. Робот должен самостоятельно решить, в какой станок осуществить загрузку детали и сообщить системе программного управления (УЧПУ) станка номер технологии или

передать в УЧПУ текст управляющей программы. Задача распознавания образов решается посредством тактильных датчиков, выполненных в виде концевых выключателей. Определим число датчиков робота и место их расположения.

Очевидно, что для распознавания деталей достаточно четырех датчиков, обозначим их a, b, c, d . Каждый датчик настроен на два параметра:
 – большой диаметр – a, b, c, d ;
 – малый диаметр – $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}$.

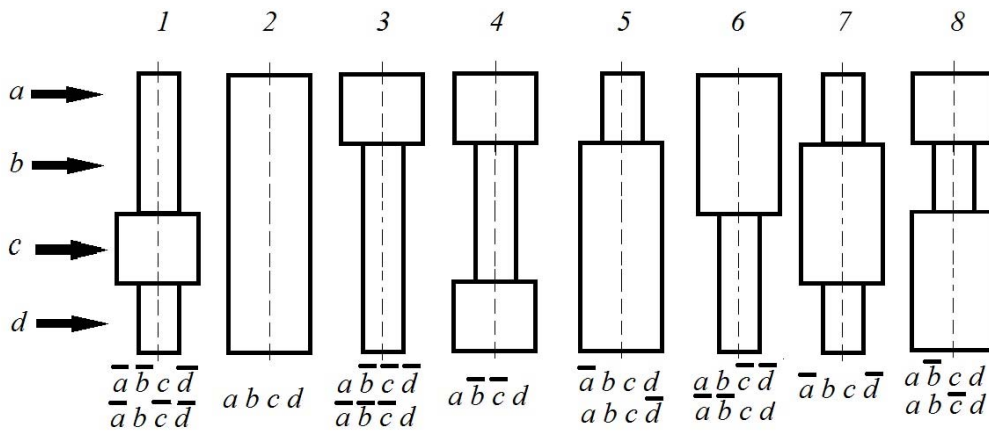


Рис. 1. Типы распознаваемых валов

Определим кодовую комбинацию состояний датчиков, которую можно поставить в соответствие типоразмеру. Все детали разобьем на симметричные и несимметричные. Для несимметричных деталей комбинация зависит от их положения в лотке:

- деталь 1 имеет комбинации $\bar{a} \bar{b} c \bar{d}$ или $\bar{a} b \bar{c} \bar{d}$;
- деталь 2 – $a b c d$;
- деталь 3 – $a \bar{b} \bar{c} \bar{d}$ или $\bar{a} \bar{b} \bar{c} d$ и т. д.

Исходя из положений алгебры логики для четырех конфигураций ступеней, каждая из которых может быть представлена двумя состояниями, всего комбинаций может быть представлено $n = 2^4 = 16$. Все комбинации представлены в табл. 1.

1. Определим распределение деталей по группам. К большому диаметру отнесем детали 2, 4, 8; к малому диаметру – детали 1, 7. Детали 3, 5, 6 могут быть загружены с большим и малым диаметром. Пусть по требованиям процесса они должны быть отнесены к группе большого диаметра.

2. Составим алгоритм загрузки для станка с патроном большого диаметра. Для этого проведем логическое сложение конституэнтов соответствующих деталей. Если деталь несимметрична, берем оба конституэнта (мы не знаем, как будет лежать деталь в лотке):

$$P_{\text{БД}} = abcd + a\bar{b}\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{b}\bar{c}d + a\bar{b}\bar{c}d + \bar{a}bcd + abc\bar{d} + ab\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{b}cd + \bar{a}\bar{b}cd + ab\bar{c}d. \tag{1}$$

Таблица 1

Комбинации состояний

№ комбинации	Кодировка	№ вала	Действие
1	$\bar{a} \bar{b} \bar{c} \bar{d}$	Не используется в работе [1]	
2	$\bar{a} \bar{b} c \bar{d}$	1	
3	$\bar{a} \bar{b} c d$	6	Реверс
4	$\bar{a} \bar{b} \bar{c} d$	3	Реверс
5	$a \bar{b} \bar{c} \bar{d}$	3	
6	$a \bar{b} c \bar{d}$	Не используется в работе [1]	
7	$a \bar{b} c d$	8	
8	$a \bar{b} \bar{c} d$	4	
9	$a b \bar{c} \bar{d}$	6	
10	$a b c \bar{d}$	5	Реверс
11	$a b c d$	2	
12	$a b \bar{c} d$	8	Реверс
13	$\bar{a} b \bar{c} \bar{d}$	1	Реверс
14	$\bar{a} b c \bar{d}$	7	
15	$\bar{a} b c d$	5	
16	$\bar{a} b \bar{c} d$	Не используется в работе [1]	

Срабатывание реагирующего органа $P_{БД}$ дает роботу сигнал для загрузки станка с патроном большого диаметра.

1. Минимизация логической формулы управления (1), выполненная в работе [1], дала результат:

$$P_{БД} = a\bar{b}\bar{c} + \bar{b}d + ab + bcd; \quad (2)$$

2. Алгоритм загрузки станка с патроном малого диаметра:

$$P_{МД} = \bar{a}\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}\bar{d} + \bar{a}bc\bar{d}; \quad (3)$$

после преобразования в работе [1]:

$$P_{МД} = [\bar{a}\bar{d}(b+c)]; \quad (4)$$

3. Несимметричные детали при неправильной ориентации перед загрузкой необходимо повернуть на 180° :

$$P_{РОТ} = (\bar{a}bcd + \bar{a}\bar{b}\bar{c}d + \bar{a}\bar{b}cd); \quad (5)$$

после преобразования в работе [1]:

$$P_{РОТ} = (\bar{a}b\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{b}d + abcd + ab\bar{c}d). \quad (6)$$

Минимизированные в работе [1] логические функции управления (2), (4) и (6) являются не оптимальными и весьма сложными для практической реализации. Метод непосредственного упрощения, примененный в этой работе, является неочевидным и малоцелесообразным. Наилучшие результаты минимизации достигаются путем применения карт Карно, или (иное название) диаграмм Вейча (рис. 2) [2, с. 25; 3, с. 13]. После подстановки единичных констант из формулы (1) получим рабочую карту, которую дополним выражениями (1^* и 1^{**}) (табл. 2), а именно: $\Delta P_{БД} = a\bar{b}\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{b}\bar{c}d$.

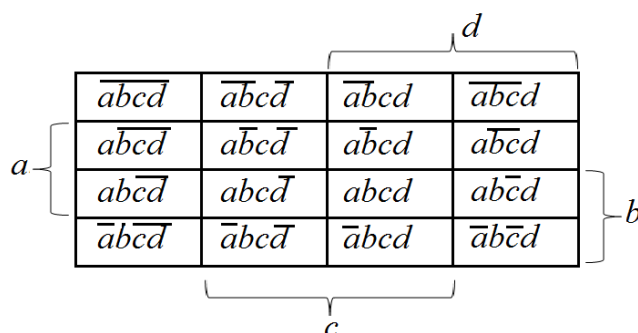


Рис. 2. Эталонная карта Карно для четырех переменных

Таблица 2
Пример рабочей карты Карно для функции $P_{БД}$

		1	1
1	1^*	1	1
1	1	1	1
		1	1^{**}

Очевидно, что такое описание соответствует валу № 9 с конфигурациями $a\bar{b}\bar{c}\bar{d}$ или $\bar{a}\bar{b}\bar{c}d$ (рис. 3).

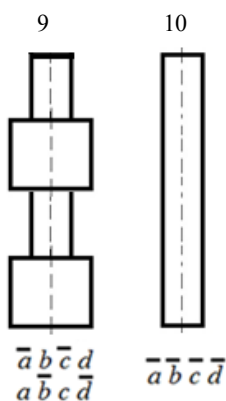


Рис. 3. Дополнение набора валами № 9 и № 10

В соответствии со свойствами карты Карно после анализа контуров № 1 и № 2 получаем минимизированное выражение (рис. 4).

Анализ контуров № 1 и № 2 показывает, что минимизированное выражение примет вид:

$$P_{БД} = a + d, \quad (7)$$

что вполне естественно, так как к большому диаметру относится вал, у которого хотя бы один торец имеет большой диаметр.

Аналогично рассуждая и дополнив номенклатуру валов еще одним валом № 10 (см. рис. 3), составим карту Карно (рис. 5а) и получим логическую функцию управления роботом при загрузке станка с патроном малого диаметра:

$$P_{МД} = \bar{a} \cdot \bar{d}, \quad (8)$$

т. е. оба торца детали должны быть малого диаметра.

Перепишем логическую функцию управления «Вал большого диаметра, требующий ротации» с учетом добавления вспомогательных валов.

$$P_{РОТ} = (\bar{a}bcd + \bar{a}\bar{b}\bar{c}d + \bar{a}\bar{b}cd + \bar{a}b\bar{c}d).$$

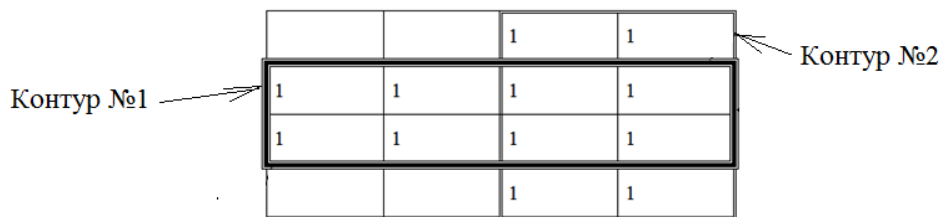


Рис. 4. Выделение контуров для минимизации

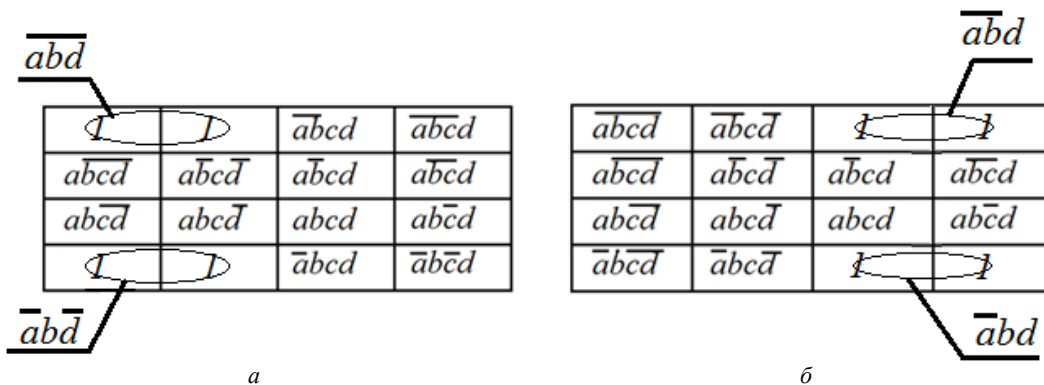


Рис. 5. Рабочая карта Карно:
а – для функции $P_{МД}$; б – для функции $P_{РОТ}$

Заполним рабочую карту Карно (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Рабочая карта Карно для функции $P_{РОТ}$

		1	1
		1	1*

После минимизации условие ротации вала (поворот на 180°) примет вид (см. рис. 5б):

$$P_{РОТ} = \bar{a} \cdot d. \tag{9}$$

ВЫВОДЫ

1. Использование карт Карно и добавление недостающих конфигураций валов позволило получить очевидные и полностью минимизированные выражения.

2. Использование полученных выражений значительно упрощает программирование систем управления и позволяет исключить из системы распознавания ненужные для решения задачи датчики b и c .

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шарин Ю. С. Технологическое обеспечение станков с ЧПУ. М. : Машиностроение, 1986. 176 с.
2. Гольденберг Л. М., Малев В. А., Малько Г. Б. Цифровые устройства и микропроцессорные системы. Задачи и управления : учеб. пособие для вузов. М. : Радио и связь, 1992. 226 с.
3. Булева алгебра и логические элементы : методические указания по дисциплине «Дискретная математика» для студентов заочной формы обучения специальностей 230201 «Информационные системы и технологии» и 230102 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» / сост. Никищенко С. А., Смышляев В. А., Припутников А. П. Самара : СамГАПС, 2004. 20 с.

REFERENCES

1. Sharin Yu. S. Tekhnologicheskoe obespechenie stankov s CHPU. M. : Mashinostroenie, 1986. 176 s.
2. Gol'denberg L. M., Malev V. A., Mal'ko G. B. Cifrovye ustrojstva i mikroprocessornye sistemy. Zadachi i upravleniya : ucheb. posobie dlya vuzov. M. : Radio i svyaz', 1992. 226 s.
3. Buleva algebra i logicheskie elementy : metodicheskie ukazaniya po discipline "Diskretnaya matematika" dlya studentov zaochnoj formy obucheniya special'nostej 230201 "Informacionnye sistemy i tekhnologii" i 230102 "Avtomatizirovannye sistemy obrabotki informacii i upravleniya" / sost. Nikishchenkov S. A., Smyshlyayev V. A., Priputnikov A. P. Samara : SamGAPS, 2004. 20 s.

Статья поступила в редакцию 09.03.2021
Принята к публикации 27.05.2021

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Направляемый в редакцию материал должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других изданиях.

Материалы следует представлять в редакцию по электронной почте: e-mail: tik@ksu.edu.ru (для Смирновой Светланы Геннадьевны).

Убедительная просьба соблюдать нижеприведенные требования и порядок построения статьи, от этого зависит срок ее опубликования!

1. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word (*.doc, *.docx, *.rtf). В качестве имени файла указывается фамилия, имя и отчество автора русскими буквами (например: Иванов Иван Иванович.doc). Также необходимо приложить файл статьи в формате *.pdf.
2. Все статьи проходят проверку на обнаружение текстовых заимствований в системе «Антиплагиат». Редакция принимает статьи, оригинальность которых составляет не менее 80 %. При проверке используется сайт: <http://www.antiplagiat.ru>.
3. Компьютерный набор статьи должен удовлетворять следующим требованиям: формат – А4; поля – по 2,5 см со всех сторон; гарнитура (шрифт) – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,5; абзацный отступ – 1,25 см.
4. Максимальный объем текста статьи с аннотацией, ключевыми словами, библиографическим списком и переводами – не более 14 страниц машинописного текста.
5. Аннотация к статье должна быть объемом 70–120 слов. Количество ключевых слов – от 7 до 10.
6. ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть переведены на английский язык.
7. Информация о финансировании (ссылки на гранты и пр.) указывается в круглых скобках сразу после названия статьи на русском языке.
8. Список источников оформляется по ГОСТ Р 7.05–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» и формируется в порядке упоминания. Ссылки в тексте статьи оформляются квадратными скобками с указанием номера издания по списку источников [5]. Если в тексте дается прямое цитирование, то в отсылке после номера источника указывают номер страницы, на которой содержится цитируемый фрагмент. Например: [1, с. 256], [2, т. 5, с. 25–26].
9. Единицы измерения приводятся в соответствии с Международной системой единиц (СИ).
10. Рисунки, схемы, диаграммы должны быть размещены в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретный рисунок, например (рис. 2). Схемы выполняются с использованием штриховой заливки или в оттенках серого цвета; все элементы схемы (текстовые блоки, стрелки, линии) должны быть сгруппированы. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений. Электронную версию рисунка следует сохранять в форматах jpg, tif (Grayscale – оттенки серого, разрешение – не менее 300 dpi).
11. Таблицы. Каждую таблицу следует снабжать порядковым номером и заголовком. Таблицы должны быть предоставлены в текстовом редакторе Microsoft Word, располагаться в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретную таблицу, например (табл. 2). Структура таблицы должна быть ясной и четкой, каждое значение должно находиться в отдельной строке (ячейке таблицы). Все графы в таблицах должны быть озаглавлены. Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается. В таблицах возможно использование меньшего кегля, но не менее 10.
12. Формулы выполняются только в редакторе MS Equation 3.0.
13. Десятичные дроби имеют в виде разделительного знака запятую (0,78), а при перечислении десятичных дробей каждая из них отделяется от другой точкой с запятой (0,12; 0,087).

Построение статьи

Порядок размещения материала должен соответствовать представленному ниже списку.

1. Тип статьи (научная статья, обзорная статья, дискуссионная статья, краткое сообщение)
2. Индекс УДК.
3. DOI (окончательно ставится в редакции).
4. Имя, отчество, фамилия автора (полностью).
5. Полное название организации, город, страна (в именительном падеже) – место работы или учебы автора.
6. Адрес электронной почты каждого автора (без слов e-mail).
7. Открытый идентификатор каждого автора (ORCID).
8. Почтовый адрес с индексом (для последующей отправки журнала) и контактный телефон.
9. Название статьи (сокращения в названии недопустимы).
10. Ссылка на грант или источник финансирования – если есть.
11. Аннотация (70–120 слов).
12. Ключевые слова (7–10 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
13. Тип статьи, ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
14. Текст статьи.
15. Список источников (формируется в порядке упоминания, нумеруется).
16. References.

Правила составления аннотации к научной статье

Аннотация к научной статье представляет собой краткую характеристику текста с точки зрения его назначения, содержания, вида, формы и других особенностей. Она передает главную, ключевую, идею текста до ознакомления с его полным содержанием. Научная аннотация условно делится на три части:

- I. Презентация вопроса или проблемы, которым посвящена статья.
- II. Описание хода исследования.
- III. Выводы: итоги, которых удалось достичь в результате проведенного исследования.

В аннотации не допускается привлечение дополнительной информации (биографические данные, историческая справка, отступления, рассуждения и т. д.). В тексте аннотации не должны использоваться очень сложные предложения, изложение строится в научном стиле.

Фразы, рекомендуемые для написания аннотации к научной статье:

- В данной статье рассматривается проблема...
- Обосновывается идея о том, что...
- В статье затрагивается тема...
- Дается сравнение...
- Статья посвящена комплексному исследованию...
- В статье раскрываются проблемы...
- Особое внимание в статье уделено...
- В статье анализируется...
- Автор приходит к выводу, что...
- Основное внимание в работе автор акцентирует на...
- Выделяются и описываются характерные особенности...
- Статья посвящена актуальной проблеме...
- В статье обобщен новый материал по исследуемой теме, в научный оборот вводятся...
- Предложенный подход будет интересен специалистам в области...
- В статье речь идет о...
- Статья посвящена детальному анализу...
- Статья раскрывает содержание понятия...
- Обобщается практический опыт...
- В статье исследуются характерные признаки...
- Автор дает обобщенную характеристику...

- В статье проанализированы концепции...
- В статье приведен анализ взглядов исследователей...
- В данной статье предпринята попытка раскрыть основные причины...
- Автор стремится проследить процесс...
- В статье дан анализ научных изысканий...

Пример оформления статьи

Научная статья

УДК 689

doi 10.34216/2587-6147-2021-1-51-33-39

Сергей Ильич Галанин

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

sgalanin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КАМНЕЙ И ОРГАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ЮВЕЛИРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

***Аннотация.** В статье рассмотрены особенности использования камней и органогенных образований, подвергнутых обработке различной степени, в разнообразных ювелирно-художественных изделиях. Показано, что в зависимости от вида минерального сырья или органогенного образования (жемчуг, раковины) используются различная глубина и методы его обработки. Проведена первичная систематизация сырья по степени его обработки. На примерах барочного жемчуга, друз, гемм, огранённых самоцветов и резных камней показано, что свойства и размеры самоцветов определяют композиционные решения по применению их в украшениях. Показано, что вставки, обладающие уникальными свойствами, всегда занимают место в центре композиции украшения, а различная глубина их обработки позволяет выявить и подчеркнуть их уникальность. Приведены примеры исторических и современных ювелирных изделий с различными уникальными вставками.*

***Ключевые слова:** ювелирно-художественные изделия, обработка камней и органогенных образований, степень и глубина обработки, композиционные решения ювелирных изделий, ювелирные вставки, свойства ювелирных вставок, огранка*

Original article

Sergey I. Galanin

Kostroma State University, Kostroma, Russia

FEATURES OF PROCESSING OF STONES AND ORGANOGENIC FORMATIONS FOR JEWELRY AND ART PRODUCTS

***Abstract.** The article deals with the features of the use of stones and organogenic formations subjected to various degrees of processing in various jewelry and art products. Using examples of baroque pearls, druzas, gems, cut gems and carved stones, it is shown that the properties and sizes of gems determine compositional solutions for their use in jewelry. It is shown in various jeweller-artistic wares, that depending on the type of mineral raw material or organogenic formations (pearls, shells) a different depth and methods of his treatment are used. Primary systematization of raw material is conducted on the degree of his treatment. It is shown that inserts with unique properties always occupy a place in the center of the decoration composition, and the different depth of their processing allows you to identify and emphasize their uniqueness. Examples of historical and modern jewelries are made with different unique insertions.*

***Keywords:** fine art jewellery, processing of gems and organogenic formations, degree and depth of processing, composite solutions of jewellery, jewellery inserts, properties of jewellery inserts, cut*

Текст статьи...

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

REFERENCES

© Галанин С. И., 2021

Примеры оформления библиографических ссылок на источники цитирования

Моноиздания

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия автора, инициалы. Название издания / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Количество страниц.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

Например:

Дементьева А. Г., Соколова М. И. Управление персоналом : учебник. М. : Магистр, 2008. 287 с.

Природопользование и среда обитания. Системный подход : монография / С. И. Кожурин [и др.] ; под общ. ред. Р. М. Мифтахова. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2005. 102 с.

Многотомное издание

Фамилия автора, инициалы. Название издания : в кол-ве т. / информация о переводе и редакторе, если есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет.

Например:

Гоголь Н. В. Полн. собр. соч. : в 14 т. М. : Изд-во АН СССР, 1937–1952.

Если в библиографическом списке вы указываете многотомное издание, в тексте статьи в квадратных скобках необходимо приводить не только порядковый номер источника в списке и страницы, но и том: [4, т. 9, с. 324].

Один том из многотомного издания

Фамилия автора, инициалы. Название издания : в кол-ве т. / информация о переводе и редакторе, если они есть. – Место издания: Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Том (Часть). – Количество страниц.

Например:

Блонский П. П. Избранные психологические и педагогические произведения : в 2 т. М. : Педагогика, 1979. Т. 2. 399 с.

Сборники

Название сборника : вид издания / сведения о составителях; редакторах и т. п. – Место издания : Издательство, год выхода в свет. – Количество страниц.

Например:

Методологические проблемы современной науки / сост. А. Т. Москаленко ; ред. А. И. Иванов. М. : Политиздат, 1979. 295 с.

Статьи из сборников

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название сборника статей : вид издания / сведения об ответственности, включающие наименование организации ; сведения о составителях и т. п. – Место издания, год издания. – Страницы начала и конца статьи.

Например:

Киселев М. В., Зайков К. В. Моделирование однослойных тканых структур технического назначения // Инновационное развитие легкой промышленности : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. молодых специалистов и ученых, 16–18 ноября 2016 г. / М-во образования и науки РФ, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. С. 51–54.

Статьи из журналов

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название журнала. – Год издания. – Номер тома (если есть). – Номер выпуска. – Страницы начала и конца статьи.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

Например:

Безъязычный В. Ф., Михайлов С. В. Кинематический анализ формирования сливной стружки // Вестник машиностроения. 2003. № 11. С. 48–50.

Исследование химического состава волокон льна различных селекционных сортов / А. Н. Иванов, Н. Н. Чернова, А. А. Гурусова, Т. В. Ремизова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1986. № 1. С. 19–21.

Статьи из газет

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название газеты. – Год издания. – Номер или дата выпуска.

Например:

Райцын Н. С. В окопах торговых войн // Деловой мир. 1993. 7 окт.

Справочные издания, энциклопедии, словари

Название : вид издания / сведения о составителях; редакторах и т. п. – Номер переиздания (если есть). – Место издания : Издательство, год издания. – Количество страниц.

Например:

Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина и Л. Н. Гинзбурга. М. : Легпромбытиздат, 1991. 544 с.

Статьи из энциклопедий, словарей

Фамилия и инициалы автора. Название главы, статьи (или другой составной части издания) // Название издания / сведения о составителях и т. п. – Место издания : Издательство, год издания. – Том (если есть). – Страницы начала и конца главы, статьи.

Например:

Дойников А. С. Цветовая температура // Физическая энциклопедия : в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. М. : Большая российская энциклопедия, 1999. Т. 5. Стробоскопические приборы – Яркость. С. 691–692.

Диссертации

Фамилия и инициалы автора. Название диссертации : дис. ... канд. (д-ра) отрасли науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

Например:

Киселева М. В. Моделирование гибкости и прочности льняного волокна для прогнозирования его прядильной способности : дис. ... канд. техн. наук. Кострома, 2002. 267 с.

Авторефераты диссертаций

Фамилия и инициалы автора. Название автореферата диссертации : автореф. дис. ... канд. (д-ра) отрасли науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

Например:

Сюй Цзэпин. Воздействие интенсивного излучения мягкого рентгеновского диапазона на полимер : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 2002. 16 с.

Патентные документы

Патент (заявка, авторское свидетельство), № документа, страна. Название патента : № заявки : сведения о дате заявки : сведения о дате опубликования / Автор. – Количество страниц.

Например:

Патент РФ № 164083 Российская Федерация, С21D 1/00. Устройство электролитного нагрева металлических изделий : № 2015152006/02 : заявл. 03.12.2015 : опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23 / Белкин П. Н., Кусманов С. А., Смирнов А. А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Костромской государственной университет имени Н. А. Некрасова». 2 с.

А. с. СССР 870486, МКИ С23с 9/00. Способ химико-термической обработки изделий из металлов и сплавов : № 28753449 : заявл. 28.01.80 : опубл. 07.10.81, Бюл. № 37 / А. К. Товарков, В. Н. Дураджи ; заявитель и патентообладатель Институт прикладной физики АН Молдавской ССР. 2 с.

Стандарты

ГОСТ XXXX–год. Название. – Дата введения. – Место издания : Издательство, год издания. – Количество страниц.

Например:

ГОСТ 6309–93. Нитки швейные хлопчатобумажные и синтетические. Технические условия. – Введ. 1996–01–01. М. : Изд-во стандартов, 1995. 24 с.

Материалы из сети Интернет

Автор. Название материала (учебника, статьи и т. п.) : вид издания. – URL: электронный адрес сетевого ресурса (http) (сведения о дате обращения: число, месяц, год).

Например:

Сергеев Е. Ю. Вспомогательные (прикладные) дисциплины. Фотодело : учеб. пособие / Санкт-Петербургский гос. ун-т сервиса и экономики, 2010. URL: <https://www.litres.ru/sergeev-evgeniy-urevich/vspomogatelnye-prikladnye-discipliny-fotodelo> (дата обращения: 05.09.2017).

Рудовский П. Н., Соркин А. П., Смирнова С. Г. Проблемы технологии формирования ровницы для получения пряжи пониженной линейной прочности из льна // Научный вестник Костромского государственного технологического университета. 2010. № 2. URL: <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2010-2-6.pdf> (дата обращения: 02.10.2017).

Приказ Минфина РФ от 30.03.2001 № 26н «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету „Учет основных средств“» ПБУ 6/01» : в ред. от 27.11.2006 // СПС «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.10.2017).

Концепция национальной безопасности РФ : утв. Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 г. № 1300 : в ред. Указа Президента РФ от 10 января 2000 г. № 24. URL: http://oficery.ru/2008/01/31/jncsercija_nacionalnoj_bezopasnosti_rf.html (дата обращения: 02.10.2017).

Global Fund Management & Administration PLC : официальный сайт компании. URL: <http://www.globalfund.ru> (дата обращения: 8.09.2017).

Отрасль в цифрах // ИА REGNUM : официальный сайт. URL: www.regnum.ru/news/777704.html (дата обращения: 02.10.2017).

Архивные материалы

Основное заглавие документа // Название архивохранилища. – Номер фонда, описи, порядковый номер дела по описи и т. д. Название фонда (можно не указывать). – Местоположение объекта ссылки в документе (номера листов дела).

Например:

Фомин А. Г. Материалы по русской библиографии // РО ИРЛИ. Ф. 568. Оп. 1. Д. 1. Л. 212.

Рекомендации по транслитерации

Перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице (“References”) представляется согласно стилю оформления (Vancouver Style), принятому в редакции журнала.

К каждой библиографической записи необходимо найти верифицированный (используемый автором цитируемого источника) перевод названия статьи и названия журнала. Чаще всего перевод названия статьи, предложенный автором или редакторами журнала, можно найти на странице журнала в сети Интернет, или на странице журнала в РИНЦ на сайте <http://elibrary.ru>. Если такое название не удастся найти, но следует перевести название на английский язык самостоятельно, после такого перевода необходимо поставить звездочку* и в конце списка оставить примечание: **Перевод названия источника выполнен автором статьи / Translated by author of the article*. Звездочка ставится после каждого названия, переведенного лично автором статьи. Если перевод названия был найден в верифицированных источниках, звездочку ставить не надо.

Транслитерация производится с помощью автоматического транслитератора, например, <http://translit-online.ru>. Важно использовать системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит; не делать транслитерацию ручную.

При подготовке раздела References транслитерируются:

- фамилия, инициалы автора (если нет автора, то транслитерируется ФИО редактора, которые берутся из сведений об ответственности, размещенных в русскоязычном описании за одной косой чертой);
- название журнала/сборника;
- название места издания;
- название издательства.

Транслитерированные списки необходимо переработать с учетом следующих требований.

Все сведения об авторах статьи размещаются в начале библиографической записи (даже если авторов более трех). Перед инициалами в фамилиях запятая не ставится. Если в статье цитируется источник без авторства, то в начало библиографической записи выносятся данные о составителе издания или других лицах, упомянутых в сведениях об ответственности (с указанием роли в скобках после имени),

например: / ред. И. И. Иванов → Ivanov I. I. (ed.).

Разделительные знаки между полями:

- при описании книг: London: Taylor & Francis; 2006. p. 211–216.
- при описании статей: 2008;451(7177):397–399.

Знаки препинания (в том числе кавычки) должны использоваться по правилам английского языка (необходимо заменять кавычки «елочки» на “лапки”).

Схема описания статьи:

- авторы (транслитерация);
- перевод названия статьи на английский язык;
- название русскоязычного источника (транслитерация) курсивом;
- перевод названия источника на английский язык курсивом;
- выходные данные (только цифровые);
- указание на язык книги (In Russ.). Приводится только для русскоязычных источников.

Например:

Zagurenko A. G., Korotovskikh V. A., Kolesnikov A. A., Timonov A. V., Kardymon D. V. Technical and economic optimization of hydrofracturing design. *Neftyanoe khozyaistvo = Oil Industry*. 2008;11:54–57. (In Russ.)

Схема описания книги в целом (монографии и т. п.):

- авторы (транслитерация);
- перевод названия монографии на английский язык;

- выходные данные: место издания на английском языке; издательство на английском языке, если это организация (Moscow St. Univ. Publ.), и транслитерация, если издательство имеет собственное название с указанием на английском языке, что это издательство (Nauka Publ.);
- количество страниц в издании (500 p.);
- указание на язык книги (In Russ.).

Например:

Timoshenko S. P., Young D. H., Weaver W. Vibration problems in engineering. Moscow: Mashinostroenie Publ.; 1985. 472 p. (in Russ.)

Hindelang S., Krajewski M., eds. Shifting paradigms in international investment law: More balanced, less isolated, increasingly diversified. Oxford: Oxford University Press; 2015. 432 p.

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2021 – № 2(52)

ИЮЛЬ

Рецензируемый периодический научный журнал

Учредитель и издатель:

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Костромской государственной университет»

Главный редактор

СМИРНОВА СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА
кандидат технических наук, доцент

Издается с 1999 года

Журнал зарегистрирован

*Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС 77-75262 от 7.03.2019 г.*

16+

Редактор	О. В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н. И. Поповой
Перевод	С. А. Грозовского

Издательско-полиграфический отдел
Костромского государственного университета

Подписано в печать 18.06.2021. Дата выхода в свет 02.07.2021. Формат бумаги 60×90 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 12,0. Заказ 110. Тираж 500.
Цена свободная.

Адрес учредителя, издателя и редакции журнала:
156005, Костромская обл., г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
tik@ksu.edu.ru

Отпечатано ИПО КГУ
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
Т. 49-80-84. E-mail: rio@kstu.edu.ru

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны