



Костромской
государственный
университет

ISSN 2587-6147

16+



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

1(63)
2024



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

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

Издается с 1999 года

2 0 2 4

№ 1(63)

МАРТ

TECHNOLOGIES & QUALITY

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

Appears since 1999

2 0 2 4

№ 1(63)

MARCH

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:

2.6.16. Технология производства изделий текстильной

и легкой промышленности (технические науки),

5.10.3. Виды искусства. Техническая эстетика и дизайн (искусствоведение)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА СМИРНОВА
кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

Ответственный секретарь

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

СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ГРЕЧУХИН

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА

кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственной 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 государственной 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

ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВЕРОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ЕВГЕНИЙ ЯКОВЛЕВИЧ СУРЖЕНКО

доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна

ВЕЙЛИН СЮ

профессор, Уханьский текстильный университет (КНР)

ЮРИЙ СТЕПАНОВИЧ ШУСТОВ

доктор технических наук, профессор, Российский
государственный университет им. А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)

САЛОХИДДИН ЗУНУНОВИЧ ЮНУСОВ

доктор технических наук, профессор,
Ташкентский государственный транспортный университет

EDITORIAL BOARD STAFF:

Editor-in-chief

SVETLANA GENNADIEVNA SMIRNOVA
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

Executive Secretary

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

SERGEY ILICH GALANIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEXANDER PAVLOVICH GRECHUKHIN

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

LYUDMILA YURIEVNA KIPRINA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELEV

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

ZHANNA YURIEVNA 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 YURIEVICH MATROHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN

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

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

EVGENIY YAKOVLEVICH SURZHENKO

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint-Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design

WEILIN XU

Professor, Wuhan Textile University (China)

YURIY STEPANOVICH SHUSTOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kosygin Russian State University
(Technologies. Design. Art)

SALOHIDDIN ZUNUNOVICH YUNUSOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Tashkent State Transport University

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Орлов А. В., Пашин Е. Л.
Особенности оценки тонины
совокупности волокон
при помощи технического зрения 5

**Абрамов А. В., Саркисов М. Ю.,
Родичева М. В., Демократова Е. Б.**
Новые подходы к обоснованию выбора
материалов для швейных изделий
на примере мужской футболки 12

**Шипова С. Е., Алеева С. В.,
Матрохин А. Ю.**
Влияние условий выращивания
и первичной обработки технической конопли
на ее полимерный состав 20

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Щепочкин А. М., Щепочкина Ю. А.
Опыт модернизации столов сортировки
на льнозаводе 27

Радюк А. Н.
Получение гранулята
из отходов пенополиуретана
для литья подошв обуви 32

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Мочалов Л. В., Дроздов В. Г.
Моделирование автоматической системы
управления мяльно-трепальным агрегатом 40

ДИЗАЙН

Галанин С. И., Романов А. А.
Нетрадиционные и нестандартные материалы
в ювелирных украшениях:
история и современность 45

Куклина А. В., Кухта М. С.
Определение основных предпосылок
к появлению термина
«космическая эргономика» 52

CONTENTS

MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

Orlov A. V., Pashin E. L.
Measuring thickness
of flax fibres in a cluster
using computer vision 5

**Abramov A. V., Sarkisov M. Yu.,
Rodicheva M. V., Demokratova E. B.**
New approaches to justification
of materials for garments using the example
of a men's t-shirt 12

**Shipova S. E., Aleeva S. V.,
Matrokhin A. Yu.**
Influence of growing conditions
and primary processing of technical hemp
on its polymer composition 20

TECHNOLOGY OF TEXTILE PRODUCTS AND LIGHT INDUSTRY

Shchepochkin A. M., Shchepochkina Ju. A.
Experience of modernisation of sorting tables
at the flax plant 27

Radyuk A. N.
Production of granulate
from waste polyurethane foam
for moulding shoe soles 32

TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

Mochalov L. V., Drozdov V. G.
Simulation of an automatic control system
for a grinding machine 40

DESIGN

Galanin S. I., Romanov A. A.
Non-traditional and non-standard materials
in jewellery:
history and modernity 45

Kuklina A. V., Kukhta M. S.
Definition of the main prerequisites
for the emergence of the term
“space ergonomics” 52

Груздева И. А., Овчинникова А. О., Боровая Е. О., Барышева А. А. Особенности дизайна художественных изделий, изготовленных методом лазерной резки 58	Gruzdeva I. A., Ovchinnikova A. O., Borovaya E. O., Barysheva A. A. Design features of art products made by laser cutting method 58
Денисова О. И., Денисов А. Р. Выявление и анализ основного тренда в дизайне корпоративной униформы 64	Denisova O. I., Denisov A. R. Identifying and analysing base trend in corporate uniform design 64
Иванова Е. В. Системный дизайн интерактивных продуктов в урбанистике 70	Ivanova E. V. System design of interactive products in urbanism 70
Жирова Т. И., Галанин С. И., Иванова О. В. Гальванопластические аксессуары для одежды, сумок и обуви 77	Zhirova T. I., Galanin S. I., Ivanova O. V. Galvanoplastic accessories for clothing, bags and shoes 77
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ 82	REQUIREMENTS TO REGISTRATION OF ARTICLE 82

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 677.017.4:620.171.3

EDN GXCFVT

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-5-11

Александр Валерьевич Орлов¹

Евгений Львович Пашин²

¹ Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

² Костромская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кострома, Россия

¹ aorlov@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4995-3393>

² evgpashin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5871-874X>

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ТОНИНЫ СОВОКУПНОСТИ ВОЛОКОН ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда
(проект № 23-26-00147).*

Аннотация. Рассматривается метод косвенной оценки линейной плотности лубяных волокон по их тонине, основанный на анализе цифрового изображения волокнистой пробы с применением алгоритма «карты расстояний» (distance transform). Идентифицируются погрешности, возникающие при практическом применении данного метода. Источниками погрешностей являются перекрещивание отдельных волокон в пробе и особенности формы топологического скелета в зонах окончаний волокон. На базе проведенного анализа создано программное обеспечение, позволяющее выполнять моделирование влияния этих факторов на общую погрешность измерения тонины волокон. Моделирование производится методом построения схематического изображения волокон с заранее известными параметрами с последующим его анализом с применением алгоритма «карты расстояний». Влияние рассматриваемых факторов на распределение измеренных значений тонины хорошо согласуется с теоретическими выкладками. По результатам исследования предложено направление дальнейшего совершенствования модельного эксперимента с целью учета особенностей размещения волокон в пробе.

Ключевые слова: компьютерное зрение, линейная плотность, лубяное волокно, топологический скелет, алгоритм distance transform, пересечения, моделирование

Для цитирования: Орлов А. В., Пашин Е. Л. Особенности оценки тонины совокупности волокон посредством технического зрения // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 5–11. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-5-11>.

Original article

Alexander V. Orlov¹

Evgeny L. Pashin²

¹ Kostroma State University, Kostroma, Russia

² Kostroma State Agricultural Academy, Kostroma, Russia

MEASURING THICKNESS OF FLAX FIBRES IN A CLUSTER USING COMPUTER VISION

Abstract. Authors analyse a method of indirect measurement of flax fibre linear density using its thickness, based on computer vision approach and “distance transform” algorithm in particular. A number of flaws of this method are identified. The main reason for the discrepancy is the effect of crossed fibres within the ana-

© Орлов А. В., Пашин Е. Л., 2024

lysed sample. The secondary reason is the specific shape of fibre's topological skeleton near its tips. Based on these observations, a software model of the problem has been created. The software produces a simplified image of crossed fibres with specified properties, and measures this image using the above method. The effect of various factors on the discrepancy in the distribution of thickness values appears to match well with theoretical analysis. Additionally, a number of ways to improve the software model are outlined, related to how typically fibres are oriented within the analysed sample.

Keywords: computer vision, linear density, bast fibre, distance transform, topological skeleton, crossing, software model

For citation: Orlov A. V., Pashin E. L. Measuring thickness of flax fibres in a cluster using computer vision. Technologies & Quality. 2024. No 1(63). P. 5–11. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-5-11>.

Для повышения точности оценки линейной плотности лубяных волокон в виде их тонины посредством технического зрения в развитие ранее предложенных вариантов анализа [1–3] был предложен метод, основанный на применении алгоритма построения «карты расстояний» (*distance transform*), который реализовали в патенте [4]. Метод предусматривает наличие двумерного цифрового изображения отдельных расположенных волокон криволинейной формы, поиск для них топологического скелета как оси волокна, с применением известного метода [5], построение карты расстояний [6], а на завершающем этапе – определение тонины как усредненной величины оптоволоконной ширины по совокупной длине анализируемых волокон. По результатам анализа, наряду со средним значением тонины, предусматривали получение информации о характере распределения тонины в виде гистограммы.

Однако известные варианты методов испытания [1–4] требуют расположения в области их анализа на цифровом изображении волокон

в виде единичных объектов, изолированных друг от друга. Применительно к натуральным волокнам (хлопок, шерсть, котонин и др.), представляющим собой криволинейные объекты с разной длиной при общем их количестве в области анализа 1000 шт. и более, такие требования приводят к увеличению продолжительности анализа. Это объясняется значительным временем, необходимым на выполняемое вручную расположение волокон в виде единичных объектов на предметном столе микроскопа. При отсутствии такой подготовки волокон время их расположения на предметном столе сокращается в 2 и более раз. Однако в этом случае на цифровом изображении будут в значительном количестве представлены комплексы, состоящие из соприкасающихся и пересекающихся волокон, как это представлено на рис. 1. Такое расположение будет неизбежно оказывать влияние на форму и размеры топологического скелета волокон и, как следствие, на результаты расчетов тонины с использованием алгоритма «карты расстояний».

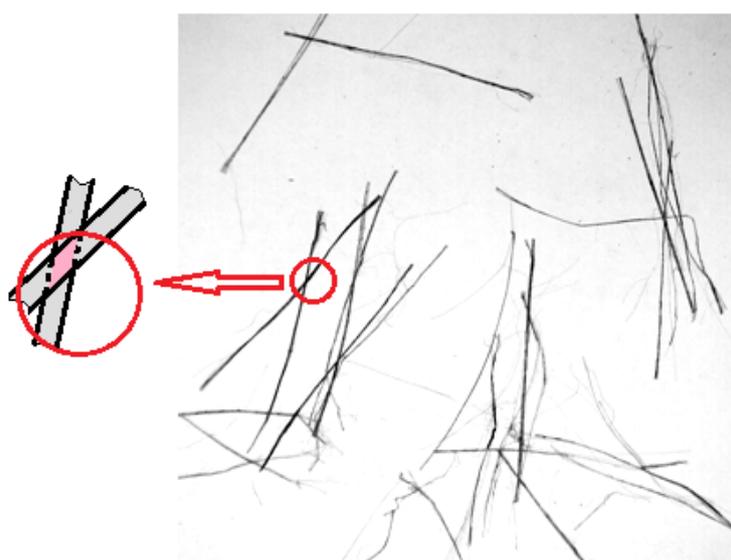


Рис. 1. Типичное расположение волокон на предметном столе при анализе

При использовании способа испытания [4] выявлено, что применение алгоритмов, связанных с построением топологического скелета и расчетом оптоволоконной ширины с использованием «карты расстояний», формирует также определенную погрешность при оценке тонины концевых участков волокон. На этих участках в зависимости от тонины волокон форма топологического скелета отклоняется от линейной.

С учетом указанных особенностей расположения анализируемых волокон и возникающих из-за этого негативных последствий результатов анализа тонины возникает необходимость совершенствования метода [4]. Поэтому целью исследования является повышение точности оценки тонины волокон посредством учета реального их взаимного расположения при анализе с использованием технического зрения.

Отметим, что на результат изменения формы и размера топологического скелета от пересечения волокон могут влиять разные факторы. Во-первых, это угол между волокнами. При угле пересечения, близком к 90 градусам, область перекрытия сравнительно невелика по сравнению с площадью, занимаемой волокнами. Однако по мере уменьшения угла область перекрытия начинает занимать значительную долю от совокупной площади волокон, что увеличивает влияние этого явления на оптоволоконную ширину таких волокон.

Поясним это на примере. Алгоритм «карты расстояний», применяемый в патенте [4], принимает на вход при анализе маску расположения объектов на снимке, и для каждого пиксела маски получает расстояние до ближайшего пиксела фона (рис. 2).

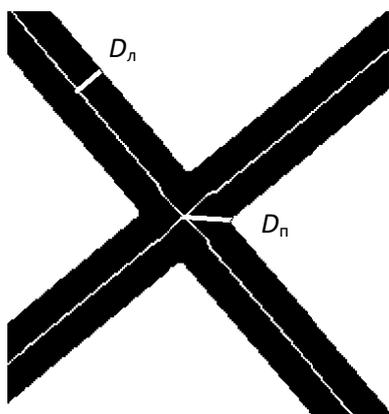


Рис. 2. Различия в оценке тонины линейных участков волокон $D_{л}$ и пересекающихся участков $D_{п}$

В точках пересечения волокон расстояние от центральной точки до ближайшего пиксела фона $D_{п}$ увеличится по сравнению с расстоянием от середины до края одиночного волокна $D_{л}$, как

это показано на рис. 2. В простейшем случае для двух перпендикулярных волокон равной тонины эта величина увеличится в 1,41 раза в точке пересечения осей волокон и будет убывать по мере приближения к границам области пересечения. В случаях когда угол между волокнами будет меньше, завышение будет не таким большим, но область, в которой завышение наблюдается, будет значительно больше. Таким образом, пересечения будут приводить к системному завышению измеренных значений тонины.

Другим фактором, влияющим на форму и размер топологического скелета от пересечения волокон, является их оптоволоконная ширина. Алгоритм, используемый в патенте [4], производит оценку тонины волокна вдоль всей его длины, поэтому для длинных и тонких волокон доля, занимаемая областью перекрытия, будет незначительной. В то же время для сравнительно толстых и коротких волокон при малых углах пересечения может наблюдаться ситуация, когда два волокна визуально сливаются. В этом случае средняя тонина будет неотличима от волокна с повышенной шириной. Помимо влияния на пересечения, оптоволоконная ширина волокон оказывает влияние на концевые эффекты, возникающие при формировании топологического скелета. Для тонких волокон топологический скелет имеет сравнительно простую форму, тогда как по мере увеличения тонины на нем начинают появляться концевые разветвления. Это демонстрируется на рис. 3.

Заметим, что влияние концевых эффектов будет во многом противоположно влиянию пересечений, так как на концах волокон топологический скелет будет отклоняться от оси волокна и приближаться к краю волокна. В этой области карта расстояний будет иметь малые значения, а потому в выборку будут попадать значения, заниженные по сравнению с реальной оптоволоконной шириной волокна. Этот эффект будет более выражен для толстых волокон, так как в их случае скелет формирует разветвление на концах волокон, тем самым удваивая число заниженных значений в выборке.

Важной по степени влияния на форму и размеры скелета также является ориентация волокон в пробе. В простейшем случае можно предположить, что угол ориентации отдельных волокон в пробе является случайной величиной, подчиняющейся закону равномерного распределения. Иными словами, любой угол ориентации является равновероятным. Это верно для сравнительно коротких волокон.

С учетом рассмотренных эффектов, возникающих при анализе волокон без их отделе-

ния друг от друга, рассмотрим влияние пересечений и концевых эффектов на оценочные значения тонины волокна в пробе.

Для оценки влияния указанных эффектов на полученную выборку значений тонины волокна следует выбрать метрики сравнения. Очевидной метрикой будет являться средняя толщина как один из определяемых в ходе анализа показателей, имеющий наибольшее практическое значение. В то же время следует ожидать появления в выборке некоторого количества аномально высоких и аномально низких значений. Их влияние, вероятно, можно определить посредством величины стандартного отклоне-

ния значений выборки. Однако этот показатель может быть недостаточно информативен, так как при одинаковом стандартном отклонении можно составить выборки, имеющие разный характер распределения значений. Поэтому предлагается сравнивать законы распределения полученных значений тонины непосредственно, с помощью метрики расстояния Вассерштейна [7]. При ее применении полагают, что для двух распределений в диапазоне значений от 0 до 1, у которых сумма весов отдельных значений также равна 1, эта метрика будет равна нулю при полном совпадении распределений и единице при их полном несовпадении.

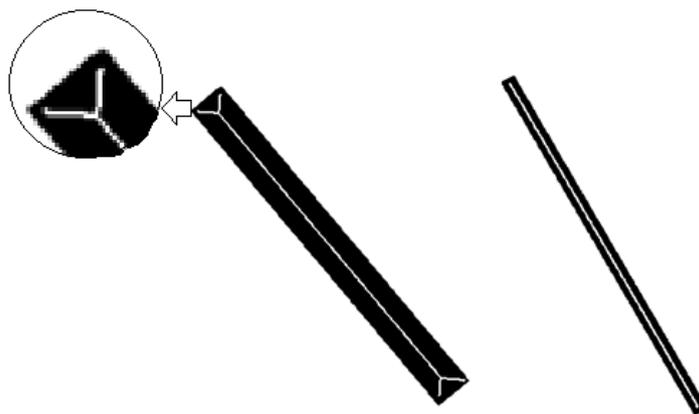


Рис. 3. Различия в форме топологического скелета для объектов разной тонины

Для эффективного анализа описанных эффектов было создано программное обеспечение (ПО) в виде приложения для ЭВМ, позволившее провести имитационное моделирование процесса оценки тонины волокон. При его использовании будем моделировать два волокна как наклонные прямоугольники с индивидуально заданной шириной и углом поворота относительно горизонтали. Эти прямоугольники отображаются на растровом изображении. Такой подход объясняется тем, что большинство популярных устройств для ввода изображений, таких как сканеры и камеры, генерируют именно растровые изображения [2] и многие алгоритмы анализа рассчитаны именно на такое представление изображения [5]. Общий алгоритм функционирования приложения представлен на рис. 4.

При имитационном моделировании рассматривали две модели. При одной из них волокна располагаются вблизи друг друга, без соприкосновения (рис. 5, а). При другой – они располагаются одно над другим, формируя пересечение (см. рис. 5, б). Раздельный анализ этих двух изображений позволяет оценить влияние пересечений на результат определения тонины.

Как следует из рис. 5, даже при отсутствии пересечения на топологическом скелете

изображенных моделей волокон наблюдаются концевые эффекты. Согласно указанному выше объяснению, это должно приводить к занижению измеренной тонины волокон из-за присутствия в распределении значений тонины повышенной доли заниженных значений. Этот эффект можно обнаружить при анализе гистограммы, представленной на рис. 6 (ее построение основано на результатах анализа изображения, приведенного на рис. 5, а).

На рис. 6 представлено два варианта гистограмм. Одна описывает реальное распределение тонины волокон, определенной исходя из заданных параметров модели. Вторая – распределение тонины, определенное в ходе измерения результата имитационного моделирования согласно методике [4]. Несмотря на значительную долю сходства между распределениями, можно наблюдать важные различия. В частности, возникает ненулевая доля измерений тонины с результатами в диапазонах 3...6 пикселей и 9...14 пикселей, которые заметно отклоняются от фактических значений тонины модельных волокон, составляющих 7 и 15 пикселей.

Аналогично, при анализе изображения с перекрещиванием (см. рис. 5, б) следует ожидать появления завышенных значений тонины

из-за влияния областей перекрещивания. Подтверждение этому следует из анализа гистограммы, представленной на рис. 7, где присутствует заметная доля измерений с результатами

1...19 пикселей. Эти значения не встречаются в результатах анализа изображения без пересечений и не могут быть объяснены иначе, чем влиянием областей пересечения.

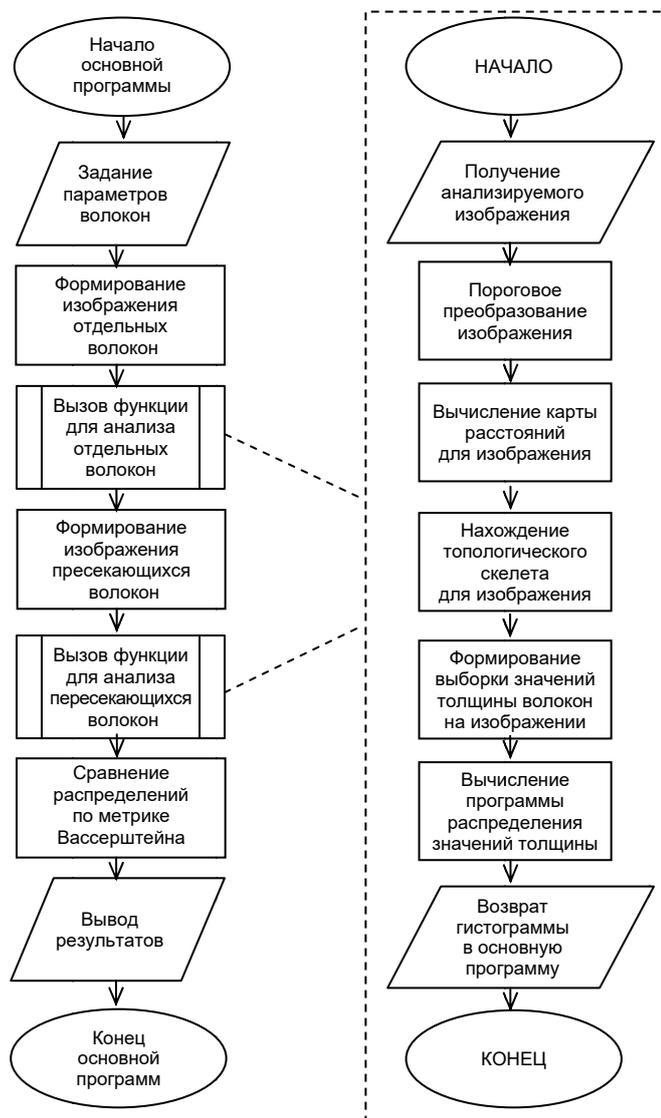


Рис. 4. Алгоритм численного моделирования оценки толщины волокон

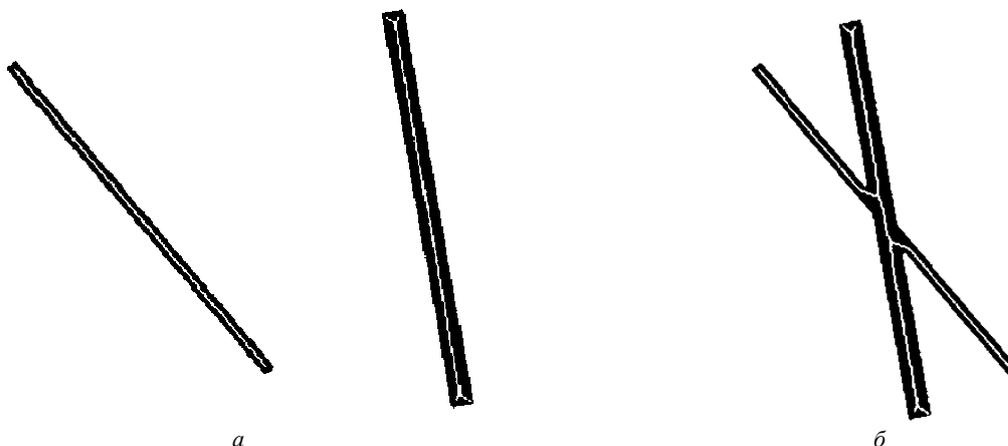


Рис. 5. Пример изображений изолированных волокон (а) и перекрещенных волокон (б), используемых при моделировании

Таким образом, результаты имитационного моделирования подтверждают негативное влияние пересечений на точность оценки тонины волокон с использованием метода с применением алгоритма «карта расстояний» с предварительным построением топологического скелета. Это подтверждается оценками сходства реального и моделируемого распределений по метрике расстояния Вассерштейна. Для случая без пересечений значение метрики составляет $WS_a = 0,019$. Для случая с пересечениями значение метрики возрастает до $WS_b = 0,025$.

Таким образом, возникает необходимость создания алгоритма коррекции описанных негативных эффектов применительно к методу [4].

При этом предложенный вариант программной модели (см. рис. 4) может быть востребован при повышении эффективности такого алгоритма.

Однако в ходе исследований в созданном программном обеспечении был отмечен ряд недостатков. Созданная имитационная модель предполагает обязательное наличие пересечений между волокнами. Однако на реальных цифровых изображениях только часть волокон будет пересекаться, а потому итоговое негативное влияние пересечений может быть снижено. Помимо этого, представляется трудоемким использование созданного ПО для моделирования выборок волокон с более сложным законом распределения.

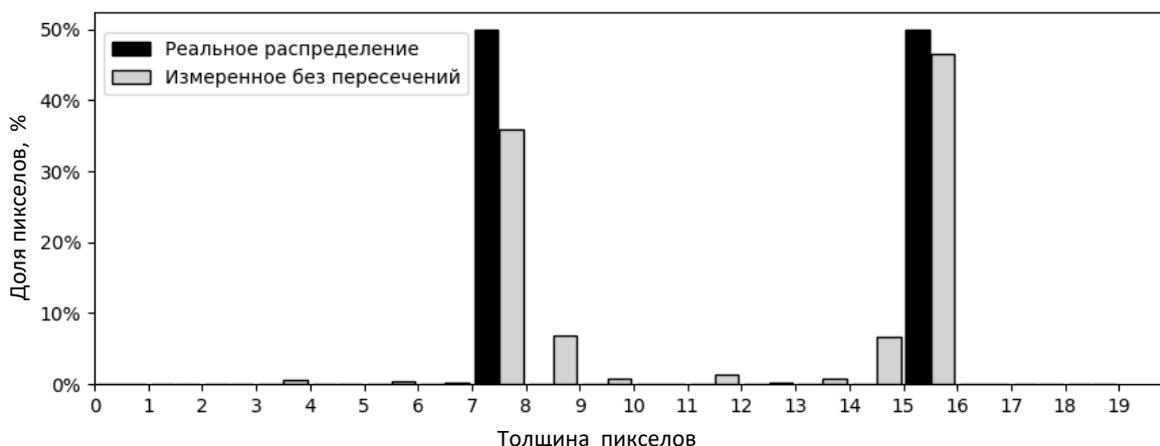


Рис. 6. Результаты анализа изображения без пересечений

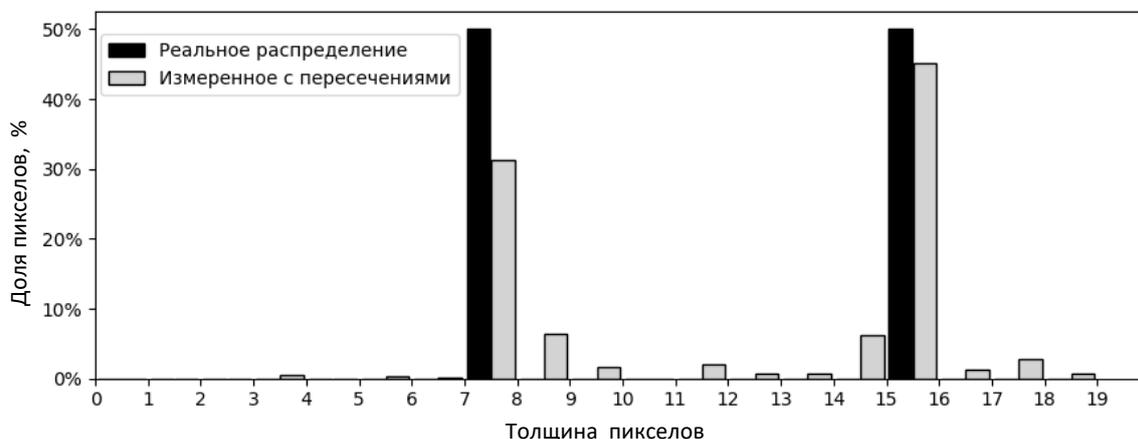


Рис. 7. Результаты анализа изображения с пересечением волокон

Поэтому для устранения указанных недостатков целесообразно усовершенствовать описанное модельное изображение, разместив на нем множество виртуальных волокон, параметры которых задаются вероятностно [8]. Параметры законов распределения при этом следует задавать на основе опытных данных. В этом случае структура модельного изображения будет сходной с изображениями, получаемым при съемке реальных образцов волокон.

ВЫВОДЫ

1. Методика оценки тонины волокон в виде их оптоволоконной ширины, основанная на использовании метода «карты расстояний» с предварительным построением топологического скелета, вносит специфический набор погрешностей в измеренные значения тонины. Из-за этого в полученной итоговой выборке тонины будет завышенное число anomalно больших и anomalно малых значений.

2. Причинами возникновения погрешностей тонины волокон являются наличие узлов перекрещивания волокон и эффекты, связанные с формой топологического скелета на концах волокон.

3. Доказанная зависимость погрешностей тонины волокон от их толщины и взаим-

ного расположения требует использования структурно-имитационного моделирования не отдельной пары волокон, а их совокупности, приближенной по свойствам и характеру распределения параметров к изображению реального образца.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Орлов А. В., Пашин Е. Л. Разработка алгоритма расчета линейной плотности лубяных волокон с использованием технического зрения // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 5. С. 65–68.
2. Орлов А. В., Пашин Е. Л. Метод подготовки цифрового изображения пробы лубяных волокон для оптической оценки их геометрических характеристик // Технологии и качество. 2018. № 1. С. 43–47.
3. Орлов А. В., Пашин Е. Л. Обоснование условий освещения лубяных волокон при оценке их толщины с использованием машинного зрения // Технологии и качество. 2019. № 1. С. 21–25.
4. Патент РФ № 2779715. Способ оценки тонины лубяного волокна : Оpubл. 19.09.2022; Бюл. № 26 / Пашин Е. Л., Орлов А. В.
5. Serra J., Image Analysis and Mathematical Morphology. Orlando : Academic Press, 1982. 610 p.
6. Adaptively sampled distance fields: a general representation of shape for computer graphics / Gibson Sarah F. Frisken; Perry, Ronald N.; Rockwood, Alyn P.; Jones, Thouis R. (2000) // Proceedings of the 27th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 2000 / eds. Brown Judith R.; Akeley, Kurt. New Orleans : Association for Computing Machinery, 2000. P. 249–254.
7. Ramdas A., Garcia N., Cuturi M. On Wasserstein Two Sample Testing and Related Families of Nonparametric Tests // Entropy. 2017. T. 19, No 2. URL: <https://www.mdpi.com/1099-4300/19/2/47> (дата обращения: 19.11.2023).
8. Добрушин Р. Л. Задание системы случайных величин при помощи условных распределений // Теория вероятностей и ее применения. 1970. Т. 15, вып. 3. С. 469–497.

REFERENCES

1. Orlov A. V., Pashin E. L. Developing abast fiber linear density calculation algorithm based on computer vision. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2015;5:65–68. (In Russ.)
2. Orlov A. V., Pashin E. L. Preparation of digital images of a bast fiber sample for optical measurement of its geometrical properties. *Tekhnologii i kachestvo* [Technology & Quality]. 2018;1:43–47. (In Russ.)
3. Orlov A. V., Pashin E. L. Lighting conditions required for estimation of bast fibers' thickness using computer vision. *Tekhnologii i kachestvo* [Technology & Quality]. 2019;1:21–25. (In Russ.)
4. Pashin E. L., Orlov A. V. A method of measuring thickness of bast fiber. Russian Federation patent no. 2779715. Published 19.09.2022, issue 26. (In Russ.)
5. Serra J. Image Analysis and Mathematical Morphology. Orlando, Academic Press, 1982. 610 p.
6. Gibson S. F., Perry R. N., Rockwood A. P., Jones T. R. Adaptively sampled distance fields: a general representation of shape for computer graphics. Proceedings of the 27th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 2000. New Orleans, Association for Computing Machinery, 2000, pp. 249–254.
7. Ramdas A., Garcia N., Cuturi M. On Wasserstein Two Sample Testing and Related Families of Nonparametric Tests. Entropy. 2017;19(2). URL: <https://www.mdpi.com/1099-4300/19/2/47> (accessed 19.11.2023).
8. Dobrushin R. L. Defining a random variable system using conditional districutions. *Teoriya veroyatnostej i ee primeneniya* [Probability theory & its applications]. 1970;15(3):469–497. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 12.12.2023
Принята к публикации 6.03.2024

Научная статья

УДК 687.17.03

EDN K LWUBQ

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-12-19

Антон Вячеславович Абрамов¹

Михаил Юрьевич Саркисов²

Маргарита Всеволодовна Родичева³

Елена Борисовна Демократова⁴

^{1,2,4} Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия

³ Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, г. Орел, Россия

¹ Ant-lin88@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7082-1344>

² haizechellington@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-5602-9027>

³ rodicheva.unpk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1092-6141>

⁴ demokratova-eb@rguk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-0172-5846>

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБОСНОВАНИЮ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРИМЕРЕ МУЖСКОЙ ФУТБОЛКИ

Аннотация. Показана возможность использования современных методов виртуальной примерки одежды на аватар тела человека в процессе формирования качества швейных изделий. Приведена общая схема расчета механических процессов, которые развиваются в швейных изделиях при облегаемости тела человека в статике и динамике, основные направления автоматизации процесса вычислений. На основе выбранного численного метода решена задача подбора текстильных материалов для обеспечения требуемого качества изделия на примере мужской футболки. Определены механические свойства нескольких образцов трикотажных полотен для таких изделий. На основе полученных значений проведен расчет полей напряжения в деталях мужской футболки в различных позах аватара тела. Проведена экспериментальная проверка результатов моделирования. Установлены закономерности между механическими свойствами трикотажного полотна и характером напряжений в структуре изделия. Показана возможность их использования при выборе текстильных материалов с позиции обеспечения требуемого качества изделий на этапе проектирования.

Ключевые слова: качество одежды, мужская футболка, виртуальная примерка, механические напряжения, жесткость, драпируемость, несминаемость

Для цитирования: Новые подходы к обоснованию выбора материалов для швейных изделий на примере мужской футболки / А. В. Абрамов, М. Ю. Саркисов, М. В. Родичева, Е. Б. Демократова // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 12–19. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-12-19>.

Original article

Anton V. Abramov¹

Mikhail Yu. Sarkisov²

Margarita V. Rodicheva³

Elena B. Demokratova⁴

^{1,2,4} Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

³ Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia

NEW APPROACHES TO JUSTIFICATION OF MATERIALS FOR GARMENTS USING THE EXAMPLE OF A MEN'S T-SHIRT

Abstract. The possibility of using modern methods of virtual fitting of clothes on an avatar of the human body in the process of forming the quality of garments is shown. A general scheme for calculating the mechanical processes developed in garments when fitting the human body in statics and dynamics is presented, as well as the main directions for automating the calculation process. Based on the chosen numerical method, the problem of selecting textile materials to ensure the required quality of the product was solved using

© Абрамов А. В., Саркисов М. Ю., Родичева М. В., Демократова Е. Б., 2024

the example of a men's T-shirt. The mechanical properties of several samples of knitted fabrics for such products were determined. Based on the obtained values, the calculation of stress fields in the parts of a men's T-shirt in various body avatar poses was carried out. An experimental verification of the modelling results was carried out. Regularities have been established between the mechanical properties of knitted fabric and the nature of stress in the structure of the product. The possibility of their use when choosing textile materials is shown from the point of view of ensuring the required quality of products at the design stage.

Keywords: quality of clothing, men's sweatshirt, virtual fitting, mechanical stress, rigidity, drapability, wrinkle resistance

For citation: Abramov A. V., Sarkisov M. Yu., Rodicheva M. V., Demokratova E. B. New approaches to justification of materials for garments using the example of a men's t-shirt. *Technologies & Quality*. 2024. No 1(63). P. 12–19. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-12-19>.

Качество одежды характеризуется широким рядом показателей. В их числе – эстетические и эргономические, которые в совокупности выражают композиционную целостность изделия, ее функциональную целесообразность и удобство использования [1]. Недостаточное внимание к этим свойствам в процессе проектирования одежды вызывает существенное снижение качества швейных изделий [2].

Задача одновременного формирования эстетических и эргономических показателей качества изделия является сложной и требует непрерывного контроля. В частности, на этапе проектирования необходимо определить рациональную конфигурацию линий членения деталей с учетом силуэта, антропометрических признаков тела, свойств текстильных материалов [3]. Для ее решения используют методы компьютерного моделирования (виртуальную примерку). При этом чертеж изделия преобразуется в оболочки, контуры которых соответствуют конфигурации деталей изделия. В них выделяют набор реперных точек (поз. 1 рис. 1), соеди-

ненных между собой жесткими пружинами (поз. 2).

Оболочки располагают вокруг аватара и проводят симуляцию процесса шивания, при котором пространственная форма одежды генерируется программным обеспечением с учетом силы тяжести, силы реакции поверхности тела человека и механических свойств материалов. Изменение координат реперных точек вычисляется по условию равновесия растягивающих, изгибающих и закручивающих усилий в пружинах [4]:

$$\Delta y_m = -\frac{F(x + \Delta x_m, y) - F(x, y)}{\partial F, \partial y}, \quad (1)$$

где $\Delta x_m, y$ – изменение положения реперной точки, мм;

$F(x, y)$ – сила, действовавшая на реперную точку в предыдущей итерации решения, Н;

$F(x + \Delta x_m, y)$ – сила, действующая на реперную точку при изменении ее положения в рамках текущей итерации решения, Н;

∂y – смещение реперной точки, мм.

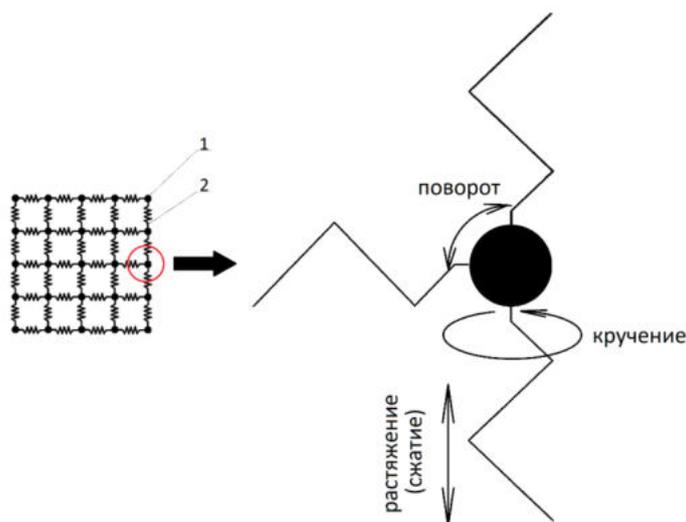


Рис. 1. Пружинная модель текстильного материала

Влияние механических свойств текстильного материала задается коэффициентом чувствительности S_m :

$$S_m = \frac{\partial y}{\partial \Theta_m}, \quad (2)$$

где Θ_m – угол смещения реперной точки.

Расчеты новых координат проводят по уравнению, которое связывает текущее положение точки с предыдущим:

$$y_{i+1} - y_i = \sum_{m=1}^{3N} S_m^j \Delta \Theta_m. \quad (3)$$

После расчета координат всех реперных точек оболочка приобретает форму, аналогичную наблюдаемой у реального изделия. Для удержания этой формы в материале возникают механические напряжения, которые характеризуют внешний вид изделия и его удобство в процессе эксплуатации. Величина этого напряжения рассчитывается по закону Гука, исходя из новых положений реперных точек. Более подробно математический аппарат изложен в литературе [5].

Обобщая рассмотренный и аналогичные методы, отметим, что энергетический и силовой подходы к расчету механических процессов текстильных материалов при всей своей простоте позволяют решать широкий спектр прикладных задач. Причем расчетные алгоритмы

являются достаточно универсальными. Например, известны модели, в которых энергетические соотношения позволяют воспроизводить процессы релаксации и старения нетканых материалов с подробным учетом строения этих полотен [6].

Метод достаточно точно моделирует поведение изделия и позволяет своевременно вносить изменения в конфигурацию линий членения. Он реализован в многочисленных программных продуктах и активно используется при проектировании одежды, например для решения задачи подбора материалов при изготовления различных швейных изделий [7].

Традиционно эта модель использовалась для расчета одежды из тканей, в то время как в трикотажных полотнах деформация происходит за счет конформации петель. В работах зарубежных исследователей установлено, что точки контакта петель в трикотажных материалах любого переплетения расположены равномерно [8, 9]. Это позволяет использовать пружинную модель при проведении расчета деформации и механического напряжения в трикотажных материалах. К. Цанг доказана возможность использования метода и при проведении расчетов на трикотажных полотнах [10].

Рассмотрим проведение такого расчета на примере футболки прямого силуэта (рис. 2, а) для мужчины ростом 178 см, обхватом груди 108 см, обхватом талии 78 см. Чертеж деталей конструкции приведен на рис. 2, б.

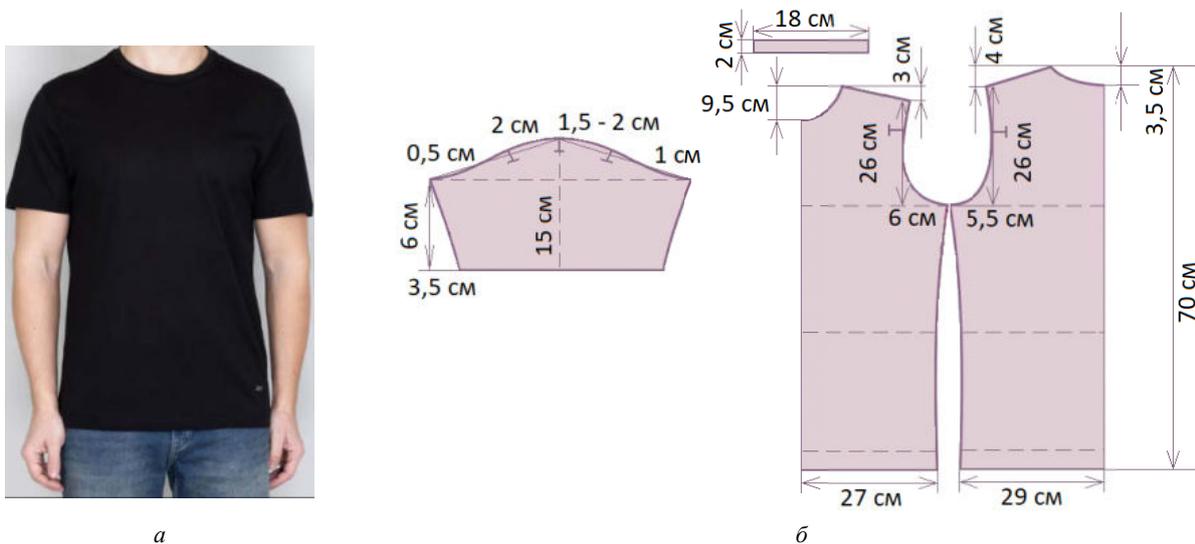


Рис. 2. Внешний вид изделия (а) и его детали (б)

Качество изделия формируется при соответствии его формы исходному художественному образу, а также при обеспечении удобства движения человека. Таким образом, критериями качества изделия являются:

- симметричный вид изделия при минимальном количестве складок;
- минимальные механические усилия в материале при их равномерном распределении.

Для изготовления изделия выбрано три образца трикотажных полотен (табл.), аналогичных рекомендуемым М. А. Сташевой с соавторами для изготовления изделий первого слоя [11]. Показатели их механических свойств определены по стандартным методикам.

У образца 1 механические свойства более выражены в направлении петельных рядов, у образцов 2 и 3 – в направлении петельных столбиков. При этом материал №1 является самым жестким из них и характеризуется самой высокой разрывной нагрузкой. Наиболее высокая несминаемость зафиксирована у образца №3.

Для проверки результатов моделирования получены экспериментальные зависимости между деформацией элементарных образцов выбранных материалов при нагрузках, меньше разрывных, и возникающими в них механическими напряжениями по стандартному методу (рис. 3) [12].

Полученные величины механических напряжений находятся в пределах от 0 кПа в ненагруженном состоянии до 650 кПа в максимально нагруженном. Условия определения растяжимости по ГОСТ 8847: нагрузка 6 Н на полоску шириной 50 мм, сшитую в кольцо.

Т а б л и ц а

Характеристика трикотажных материалов для мужской фуфайки

Показатель	Номер образца		
	1	2	3
Толщина, мм	0,45	0,73	0,48
Поверхностная плотность, г/м ²	168	228	164
Жесткость по рядам, мкН·см ²	5275	3696	836
Жесткость по столбикам, мкН·см ²	6260	929	530
Драпируемость, %	37,4	50,5	59,5
Несминаемость по рядам, %	97,7	46,6	94,6
Несминаемость по столбикам, %	66,3	88,6	15
Разрывная нагрузка по рядам, Н	548	298	111
Разрывная нагрузка по столбикам, Н	138	281	108

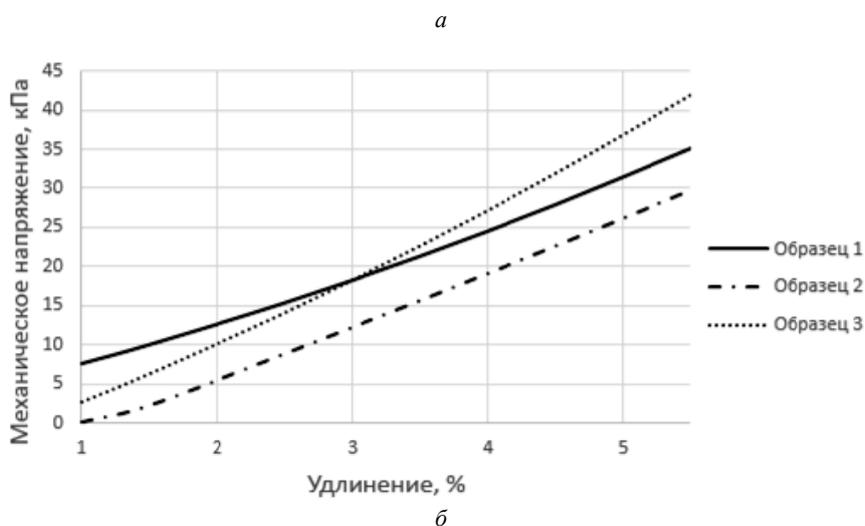
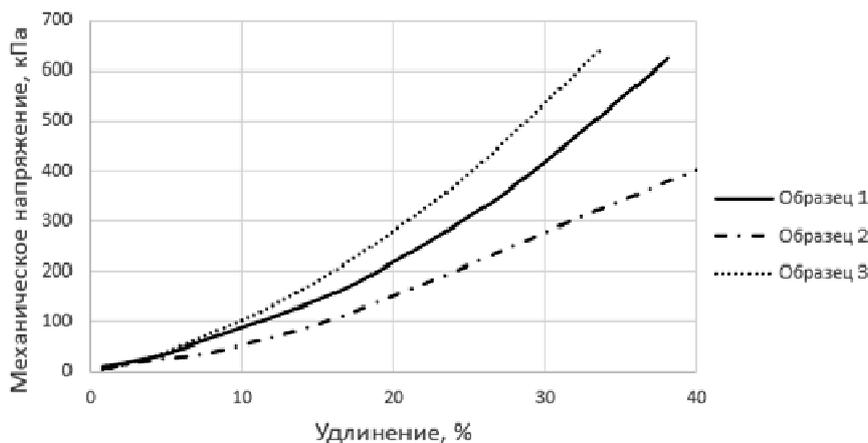


Рис. 3. Зависимость механических напряжений от деформации: а – в диапазоне 0...40 %; б – более подробно в диапазоне удлинений 0...5 %

Компьютерное моделирование полей деформации и возникающих в материале изделия механических напряжений проведено для трех поз, которые отражают динамику тела при определенных движениях (рис. 4):

а) свободная: руки расслаблены и ориентированы вдоль туловища;

б) стоя при низком напряжении: руки незначительно отведены от тела (угол наклона плеча относительно вертикали не превышает 15°);

в) стоя при выраженном напряжении: руки отведены от тела так, что угол наклона плеча относительно вертикали составляет 40°).



Рис. 4. Характерные позы аватара для оценки качества посадки изделия:
а – аватар в свободной позе; б – аватар в позе стоя при низком напряжении;
в – аватар в позе стоя при выраженном напряжении

В каждой из этих поз при различных вариантах трикотажного материала получены поля механического напряжения и удлинения. Для проведения количественного анализа определены значения этих параметров в десяти контрольных точках (рис. 5):

- № 1, 2: рядом с плечевым швом;
- № 3, 4, 8, 9: на уровне груди и лопаток;
- № 5, 10: над мечевидным отростком грудины спереди и симметрично сзади;
- № 6, 7, 11, 12: по низу изделия спереди и сзади.

Для каждой точки определены координаты, что позволяет сравнивать полученные значения механических напряжений в различных симуляциях.

Результаты моделирования при использовании показателей механических свойств преднастроенного материала представлены на рис. 6. Его деформация в изделии составляет 3...4% в области подмышечных впадин и 2...2,5% на опорных поверхностях. Величины механических напряжений: 0,2...6,0 кПа, что существенно ниже экспериментальных значений. В статичной позе максимальные напряжения наблю-

даются по опорной поверхности изделия (точки 1 и 2). Напряжения в области груди и лопаток (точки 3, 4, 8, 9) схожи, а по низу изделия незначительны.

При поднятии рук аватара вес изделия частично перераспределяется в область рукава. В результате величина механического напряжения в точках 1 и 2 снижается. За счет дополнительного натяжения изделия в горизонтальном направлении механическое напряжение в остальных точках также снижается.

При задании механических свойств по результатам исследования образца №1 деформация изделия в области опорной поверхности составляет 5%. В точках 5–7 и 10–12 ее величина снижается до значения 0,5%. Величина механических напряжений в деталях изделия составляет 3...29 кПа (рис. 7), что соответствует экспериментальным данным (см. рис. 3) и свидетельствует о достоверности результатов моделирования.

Драпируемость образца №2 выше, что вызывает изменение характера механических напряжений в изделии: в точке 5 при поднятии рук аватара ее величина возрастает (рис. 8).



Рис. 5. Распределение поля напряжений в материале в структуре изделия:
а – на передне изделия; б – на спинке изделия

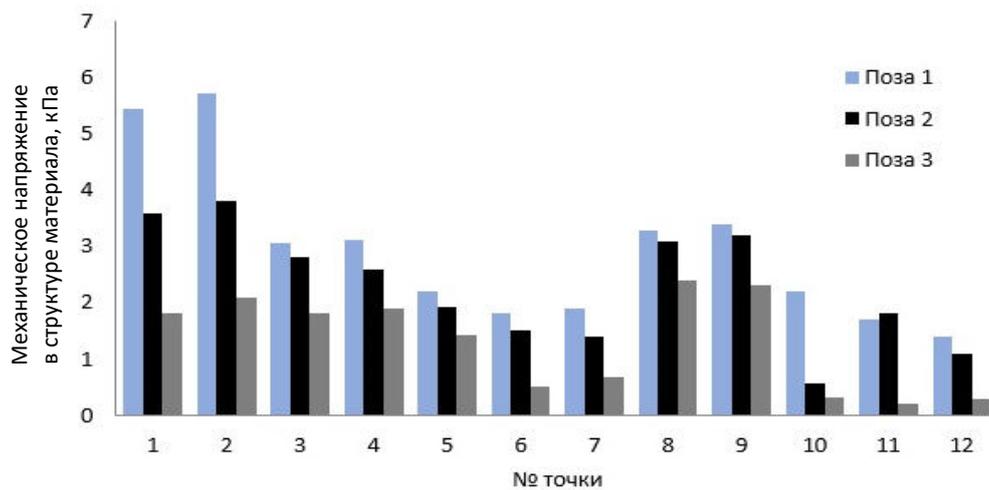


Рис. 6. Механические напряжения в изделии при использовании материала по умолчанию

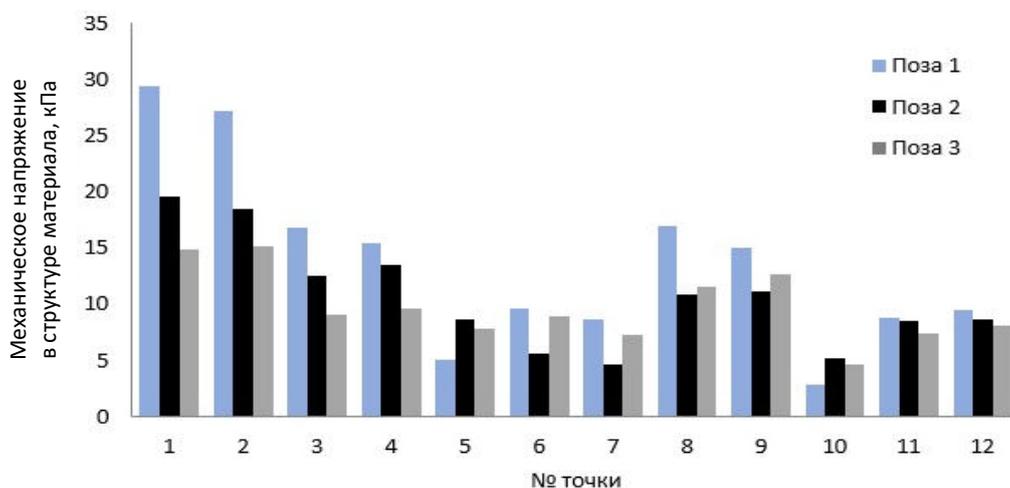


Рис. 7. Механические напряжения в изделии (свойства материала по образцу № 1)

При этом по низу изделия формируются складки, которые повышают механическое напряжение в точках 11 и 12. При этом величины деформации материала на опорной поверхности изделия составляют 3%, а в точках 5–7 и 10–12 не превышают 1,5%. По результатам расчетов величина механических напряжений составляет 2...11 кПа, что соответствует экспериментальным данным.

При задании механических свойств по результатам исследования образца №3 поле механических напряжений в изделии существенно изменяется (рис. 9).

Значения напряжения в точках 1, 2 схожи с наблюдаемыми для образца №1. В остальных точках эта величина существенно ниже, что связано с различиями в жесткости образцов. В общем, при деформации 0,5...4% механическое напряжение в материале составляет от 3,5 до 33 кПа. Подобная динамика свидетельствует о равномерном распределении усилий по материалу, что позволяет изделию лучше поддержи-

вать форму и обеспечивать комфорт при движении человека. Таким образом, именно это трикотажное полотно рекомендовано для изготовления футболки.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что представление текстильного материала в виде пружинной модели и последующий расчет деформаций позволяют воспроизводить его поведение в процессе численных экспериментов.

2. В результате расчетов изучены деформация и механические напряжения в структуре мужской футболки. Установлено, что показатели механических свойств полотна оказывают существенное влияние на эстетические и эргономические свойства изделия.

3. Изучены зоны максимального напряжения в различных позах аватара тела человека. По их динамике сформирована рекомендация по выбору предпочтительного образца трикотажного полотна.

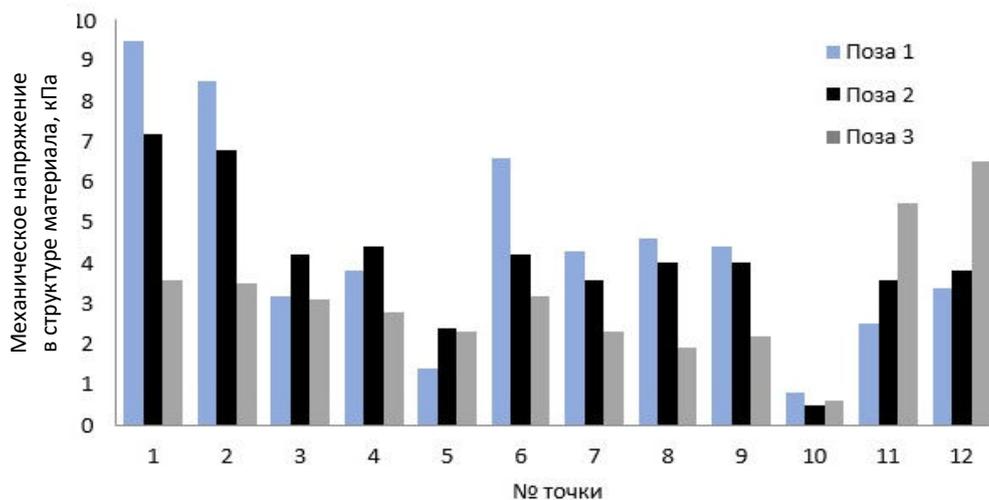


Рис. 8. Механические напряжения в изделии (свойства материала по образцу №2)

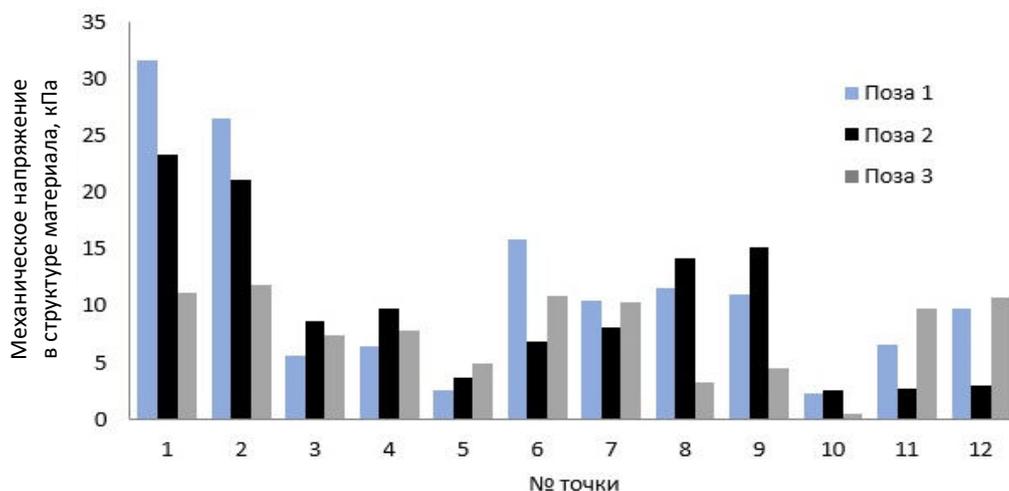


Рис. 9. Механические напряжения в изделии (свойства материала по образцу №3)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 4.45–86. Система показателей качества продукции. Изделия швейные бытового назначения. Номенклатура показателей. М. : Изд-во стандартов, 2001. 7 с.
2. Стасева М. А., Дрягина Л. В., Гусев Б. Н. Анализ причин снижения качества швейных изделий // Технологии и качество. 2020. № 4(50). С. 7–10.
3. Пулатова С. У., Закиряева Н. Г. Формообразование в дизайне современного костюма // Universum: технические науки. 2022. № 5(98). URL: <https://universum.com/ru/tech/archive/item/13666> (дата обращения: 02.11.2023).
4. Huang S., Huang L. CLO3D-Based 3D Virtual Fitting Technology of Down Jacket and Simulation Research on Dynamic Effect of Cloth // Wireless Communications and Mobile Computing. 2022. Vol. 2. P. 1–11.
5. Man X., Swan C. C. A Mathematical Modeling Framework for Analysis of Functional Clothing // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. 2007. Vol. 2(3). P. 10–27.
6. Энергетические аспекты релаксации и старения нетканых волокнистых материалов / П. А. Севостьянов, Т. А. Самойлова, В. И. Монахов, А. А. Белевитин, И. М. Бурдин // Технологии и качество. 2022. № 4(58). С. 19–24.
7. Children’s Clothing Virtual Simulation Immersive Design and Show Based on Machine Learning / J. Dai, H. Dai, J. Wang, X. Wang // Mobile Information Systems. 2021. Vol. 4. P. 1–9.
8. Prediction of mechanical properties of knitted fabrics under tensile and shear loading: Mesoscale analysis using representative unit cells and its validation / T. D. Dinh, O. Weeger, S. Kaijima, S.-K. Yeung // Composites Part B. 2018. Vol. 148. P. 81–92.
9. Syerko E., Comas-Cardona S., Binetruy C. Models of mechanical properties/behavior of dry fibrous materials at various scales in bending and tension // Composites: Part A. 2012. Vol. 43. P. 1365–1388.
10. Zhang Q. Knitwear design based on CLO3D // Wool Textile Journal. 2023. Vol. 50. P. 77–83.
11. Испытания трикотажных полотен с целью подтверждения соответствия / М. А. Стасева, Т. Н. Новосад, Н. В. Евсеева, Б. Н. Гусев // Технологии и качество. 2020. № 1(47). С. 22–25.
12. ГОСТ 8847–85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньших разрывных. М. : Изд-во стандартов, 1986. 22 с.

REFERENCES

1. *GOST 4.45–86. Sistema pokazatelej kachestva produkcii. Izdeliya shvejnye bytovogo naznacheniya. Nomenklatura pokazatelej* [State Standard 4.45–86. System of product quality indicators. Sewing products for household use. Nomenclature of indicators]. Moscow, Izdatelstvo Standartov Publ., 2001. 7 p. (In Russ).
2. Stasheva M. A., Dryagina L. V., Gisev B. N. Analysis of the reasons for the decline in the quality of garments. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2020;4(50):7–10. (In Russ.)
3. Pulatova S. U., Zakiryaeva N. G. Shaping in the design of a modern suit. *Universum: tekhnicheskie nauki* [Universum: technical sciences]. 2022;5(98). URL: <https://universum.com/ru/tech/archive/item/13666> (accessed 02/11/2023) (In Russ.)
4. Huang S., Huang L. CLO3D-Based 3D Virtual Fitting Technology of Down Jacket and Simulation Research on Dynamic Effect of Cloth. *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2022;2:1–11.
5. Man X., Swan C. C. A Mathematical Modeling Framework for Analysis of Functional Clothing. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2007;2(3):10–27.
6. Sevostyanov P. A., Samoylova T. A., Monahova V. I., Belevitin A. A., Burdin I.M. Energy aspects of relaxation and aging of nonwoven fibrous materials. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;4(58):19–24. (In Russ.)
7. Dai J., Dai H., Wang J., Wang X. Children’s Clothing Virtual Simulation Immersive Design and Show Based on Machine Learning. *Mobile Information Systems*. 2021;4:1–9.
8. Dinh T. D., Weeger O., Kaijima S., Yeung S.-K. Prediction of mechanical properties of knitted fabrics under tensile and shear loading: Mesoscale analysis using representative unit cells and its. *Composites Part B*. 2018;148: 81–92.
9. Syerko E., Comas-Cardona S., Binetruy C. Models of mechanical properties/behavior of dry fibrous materials at various scales in bending and tension. *Composites: Part A*. 2012;43:1365–1388.
10. Zhang Q. Knitwear design based on CLO3D. *Wool Textile Journal*. 2023;50:77–83.
11. Stasheva M. A., Novosad T. N., Evseeva N. V., Gusev B. N. Testing of knitted fabrics to confirm compliance. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2020;1(47):22–25. (In Russ.)
12. *GOST 8847–85. Polotna trikotazhnye. Metody opredeleniya razryvnyh harakteristik i rastyazhimosti pri nagruzkah, men’shih razryvnyh* [State Standard 8847–85. Knitted fabrics. Methods for determining tensile characteristics and elongation at loads less than tensile strength]. Moscow, Izdatelstvo Standartov Publ., 1986. 22 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 28.12.2023

Принята к публикации 6.03.2024

Научная статья

УДК 677.021.151.232

EDN IQWBPS

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-20-26

Светлана Евгеньевна Шипова¹

Светлана Владимировна Алеева²

Алексей Юрьевич Матрохин³

^{1,2,3} Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия

¹ sveta.aladina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1893-4456>

² svetlana19750710@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4443-8293>

³ k_mtsm@ivgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2373-3904>

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ НА ЕЕ ПОЛИМЕРНЫЙ СОСТАВ

Аннотация. В статье предложена методология экспериментального мониторинга совокупности параметров химического состояния биополимерной системы технической конопли. С применением приемов последовательной экстракции определено содержание альфа-целлюлозы, пектиновых веществ, гемицеллюлоз, кислотонерастворимого лигнина и других сопутствующих соединений, включая ионы тяжелых металлов, экстракционные вещества, оксид кремния, в лубе, костре и неориентированной пеньке, полученных из технической тресты конопли, выращенной в Ивановской области. Прослежено влияние почвенного фактора на биосинтез полимеров и сопутствующих веществ лубяной и древесной части стебля и на разрушение растительных тканей конопли в условиях лугового расстила. Установлено, что на состав конопляного сырья влияет не только генетическая природа растения, но и условия его выращивания и особенности действия почвенной микрофлоры в процессах первичной обработки стебля.

Ключевые слова: техническая конопля, луб, костра, пенька, полимерный состав, альфа-целлюлоза, пектиновые вещества, лигнин, ионы тяжелых металлов, экстракционные вещества

Для цитирования: Шипова С. Е., Алеева С. В., Матрохин А. Ю. Влияние условий выращивания и первичной обработки технической конопли на ее полимерный состав // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 20–26. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-20-26>.

Original article

Svetlana E. Shipova¹

Svetlana V. Aleeva²

Alexey Yu. Matrokhin³

^{1,2,3} Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia

INFLUENCE OF GROWING CONDITIONS AND PRIMARY PROCESSING OF TECHNICAL HEMP ON ITS POLYMER COMPOSITION

Abstract. The article proposes a methodology for experimental monitoring of a set of parameters of the chemical state of a biopolymer system of technical cannabis. Using sequential extraction techniques, the content of alpha-cellulose, pectin substances, hemicelluloses, acid insoluble lignin and other related compounds, including heavy metal ions, extraction substances, silicon oxide, in bast, bonfire and undirected hemp obtained from technical hemp trusts grown in Ivanovo Region, was determined. The influence of the soil factor on the biosynthesis of polymers and related substances of the bast and woody parts of the stem and on the destruction of plant tissues of hemp in the conditions of meadow vegetation has been traced. It has been established that the composition of hemp raw materials is influenced not only by the genetic nature of the plant, but also by the natural conditions of its cultivation and the peculiarities of the action of soil microflora in the processes of primary processing of the stem.

Keywords: technical hemp, bast, bonfire, hemp, polymer composition, alpha cellulose, pectin substances, lignin, heavy metal ions, extractive substances

© Шипова С. Е., Алеева С. В., Матрохин А. Ю., 2024

For citation: Shipova S. E., Aleeva S. V., Matrokhin A. Yu. Influence of growing conditions and primary processing of technical hemp on its polymer composition. *Technologies & Quality*. 2024. No 1(63). P. 20–26. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-20-26>.

В современных условиях санкционных ограничений разработка новых материалов и прорывных технологий их получения за счет эффективных методов комплексной глубокой переработки отечественного лигноцеллюлозного сырья в наукоемкие продукты с высокой добавленной стоимостью является основой инновационного развития биорефайнинга в нашей стране [1, 2]. С этих позиций широкими перспективами обладает техническая конопля как уникальная исконно русская стратегическая лубоволокнистая культура, которая характеризуется высокой урожайностью и неприхотливостью при выращивании.

Общеизвестно, что область применения технической конопли довольно широка. Благодаря выведению бесканнабиноидных (безнаркотических) сортов конопляное волокно рассматривается в качестве лучших заменителей хлопка, синтетических материалов в текстильной промышленности, целлюлозно-бумажной, строительной индустрии, в медицинской, космической, оборонной отраслях, автомобиле-, авиа- и судостроении [3–5]. Из семян конопли можно производить пищевые продукты, косметические средства, товары для животных.

В последние годы наблюдается повышенное внимание исследователей к этому быстрорастущему растению в свете научного поиска новых биохимических методов повышения производства и биологической активности вторичных метаболитов конопли. Согласно исследованиям ведущих мировых ученых особую значимость имеет переработка данного растения для экстракции из него основных активных соединений, используемых в качестве терапевтических альтернатив при ряде патологий [6–8]. В частности, показано, что флавоноиды, стильбеноиды, терпеноиды, алкалоиды и лигнаны конопли способны проявлять противораковые, иммуностимулирующие, антиоксидантные свойства, а также оказывать противовоспалительное и обезболивающее действие [9–11].

Учитывая возобновившийся интерес к этой культуре и существующий мировой тренд на расширение возможностей ее применения в различных отраслях, актуальным является необходимость углубления существующих знаний о химической природе технических сортов конопли. Совершенствование технологий глубокой переработки конопляного сырья позволит получать высококачественную наноцеллюлозу, лигнин, ванилин, моносахариды, био-

этанол, фурфурол и многие другие ценные, в том числе и фармацевтические, продукты.

Цель настоящего исследования состояла в выявлении корреляций между химическим составом и условиями выращивания и переработки технической конопли.

Выращивание растения проведено на полях Ивановской области. Уборка и переработка стеблей технической конопли были осуществлены с применением современных механизированных технологий.

Химическому исследованию подвергнуты луб и костра конопли, а также пенька однородная неориентированная. Первые два вида анализируемых объектов получены в результате ручного отделения фракций коровой и сердцевидной частей из тресты технической конопли. Волокнистая часть (луб) свободно отделяется от костры вследствие эффективного разрушения связей в стебле конопли между волокном и древесиной в условиях росяной мочки за счет развития почвенных микроорганизмов и протекания процессов фитопатогенеза в естественных климатических условиях в течение 3...4 недель. Пенька представляет собой непараллелизованное техническое волокно конопли, получаемое в результате механической обработки луба.

В табл. 1 представлены результаты визуальной оценки анализируемых разновидностей конопляного сырья, прошедших стадии первичной обработки. Нетрудно видеть, что исследуемые объекты существенно различаются по окраске, толщине и жесткости.

Анализируемые образцы пеньки соответствуют техническим условиям ГОСТ Р 58957–2020. Однако нормирование качества конопляного сырья по его внешнему виду и содержанию сорных примесей недостаточно для определения стратегии последующих химико-технологических обработок для комплексной глубокой его переработки в наукоемкие продукты. Наиболее объективно состояние конопляного сырья отражает анализ его химического состава.

Комплексный анализ полимерного состава образцов проведен в соответствии с разработанной методологией экспериментального мониторинга совокупности параметров химического состояния биополимерной системы.

Представленная на рисунке схема отражает последовательность получения данных при обработке анализируемых видов конопляного сырья: луба, костры и пеньки.

Характеристика анализируемых образцов

№	Наименование	Внешний вид	Описание анализируемого образца
1	Луб		Волокнистые не расчесанные пучки, выделенные из тресты путем ее обработки биологическим методом в условиях росистой мочки (расстила стебля на земле) и механического отделения древесной части стебля; волокно свободно отделяется от костры; цвет от светло-бежевого до бурого
2	Костра		Обломки древесной части стебля; основным компонентом (~ 80 мас. %) являются утолщенные частицы срединной части стебля – ксилемы, длина которых составляет до 35 мм и толщина до 1,2 мм; содержит плоские ленточки коровой паренхимы длиной 3...180 мм (около 20 мас. %)
3	Пенька		Неориентированное чесаное волокно с содержанием присущей костры на уровне 25 мас. %; толщина волокна по всей длине неравномерная; волокно жесткое на ощупь; цвет от светло-бежевого до темно-бежевого

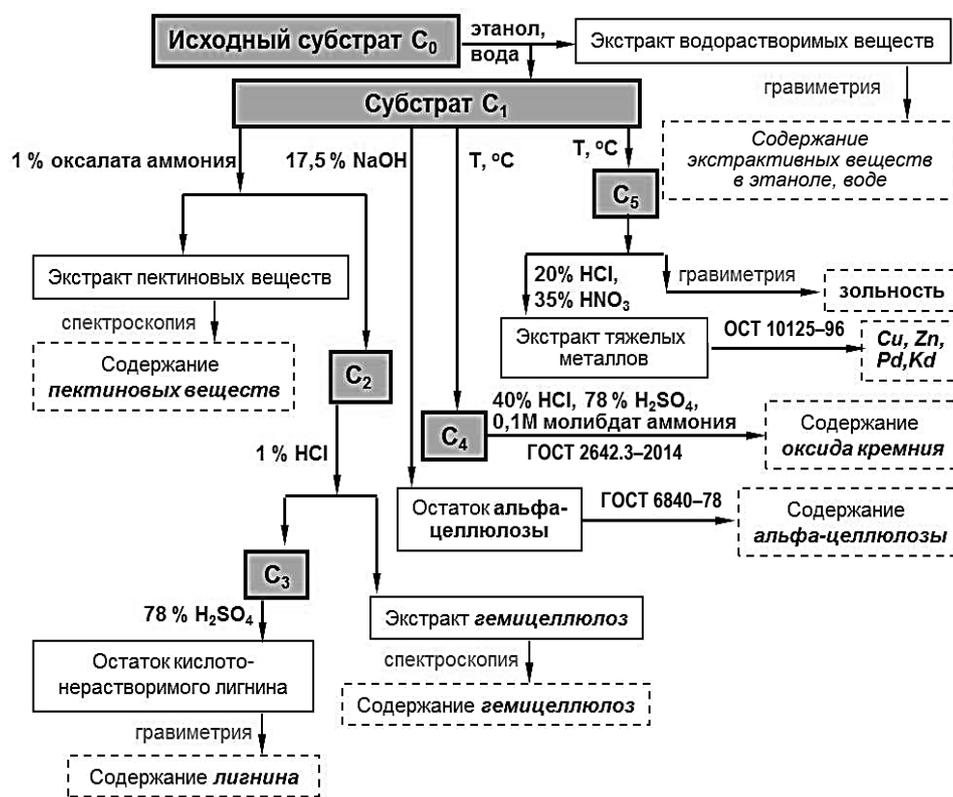


Рис. Схема комплексного анализа химического состава образцов конопляного сырья

Получаемые в экстракционном цикле дополнительные субстраты C_1 , C_2 , C_3 , C_4 и C_5 представляют интерес для определения следующих полимерных компонентов:

C_1 – альфа-целлюлозы и пектиновых веществ; кроме того, данный объект требуется для получения субстратов C_2 , C_4 и C_5 ;

C_2 – гемицеллюлоз; субстрат необходим для получения образца C_3 ;

C_3 – лигнина;

C_4 – оксида кремния;

C_5 – тяжелых металлов и определения зольности.

Исходные образцы использованы для получения субстрата C_1 и количественного определения экстрактивных веществ, растворимых в этиловом спирте или в воде соответственно.

Для оценки содержания полиуглеводов адаптированы экстракционные методы анализа льняного сырья [12]. Пектиновые вещества из-

влекали кипячением в 1%-ном растворе оксалата аммония в течение 2 ч. Гемиллюлозы солюбилизировали 1%-ным раствором HCl. Содержание пектинов и гемиллюлоз в последовательно полученных гидролизатах определяли спектрофотометрическим методом по окрашенному комплексу полимера с *o*-толуидином при длине волны 360 нм [13].

Содержание лигнина определяли по массе не растворившегося осадка после обработки

серной кислотой. Массовая доля альфа-целлюлозы в исследуемых объектах оценена в соответствии с ГОСТ 6840–78 гравиметрическим методом. Определение в анализируемых объектах тяжелых металлов проведено согласно ОСТ 10125–96. Оценку содержания оксида кремния проводили по ГОСТ 2642.3–2014 с использованием прямого фотометрического метода.

Результаты химического анализа материалов приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Совокупность параметров химического состояния биополимерной системы конопляного сырья

Наименование показателя	Вид анализируемого образца			
	Луб	Костра	Пенька	
α -Целлюлоза, мас. %	59,8 ± 1,0	38,3 ± 0,8	73,4 ± 0,8	
Гемиллюлозы, мас. %	18,3 ± 0,5	10,5 ± 0,4	7,7 ± 0,3	
Пектиновые вещества, мас. %	7,9 ± 0,1	4,5 ± 0,1	4,3 ± 0,1	
Лигнин, мас. %	7,5 ± 0,2	23,4 ± 0,5	6,2 ± 0,1	
Экстрактивные вещества, %:				
	в воде	7,5 ± 0,1	4,6 ± 0,1	2,3 ± 0,1
	в этаноле	5,9 ± 0,1	3,7 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Оксид кремния, %	0,25 ± 0,05	0,13 ± 0,02	0,23 ± 0,05	
Зольность, %	2,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,9 ± 0,1	
Тяжелые металлы, мг/кг:	медь	6,5 ± 0,1	3,7 ± 0,1	5,0 ± 0,1
	цинк	12,1 ± 0,1	6,1 ± 0,1	8,9 ± 0,1
	свинец	5,8 ± 0,1	3,3 ± 0,1	4,2 ± 0,1
	кадмий	1,1 ± 0,1	Не обнаружено	Не обнаружено
			Не обнаружено	Не обнаружено

Сравнительный анализ полимерного состава образцов, прошедших стадию росной мочки и механического фракционирования на волокнистую и древесную части, показывает, что содержание полисахаридных примесей в лубе значительно превышает контролируемые показатели для костры. В частности, уровень содержания пектиновых веществ в волокнистой фракции на 3,4 мас. % выше контролируемого показателя в древесной части стебля конопли (в костре). Различия массовой доли гемиллюлоз для сопоставляемых образцов составляют 7,8 мас. %. По-видимому, это обусловлено микробиологическими особенностями их разрушения под действием почвенных микроорганизмов в процессе мацерации стеблей лубяной культуры при проведении росной мочки.

Вместе с тем количество лигнина в костре конопли в 3,1 раза превышает уровень полимера в лубе. Наблюдаемые различия обусловлены морфологическими особенностями строения волокнистой и древесной части стебля конопли.

Из литературных источников известно, что основной растительной тканью древесной части стебля (костры) является ксилема, которая образует сплошной мощный слой, сформированный продольными рядами полых трахеальных элементов, выполняющих транспортные функции по переносу поглощаемых из почвы питательных веществ. Повышенное содержание

лигнина в составе костры обусловлено его особой ролью в реализации уникального сочетания функций ксилемы. Специфика морфологии ксилемы конопляного стебля состоит в том, что в отличие от древесных растений она не содержит древесинных волокон (либриформ), которые обладают высокой механической прочностью. В связи с этим ксилема конопли обеспечивает механическую прочность стебля благодаря высокому содержанию лигнина в структуре клеточных стенок ксилемы. При этом лигнин изначально формирует кольцевые и спиральные образования, которые вместе с макромолекулами пектиновых веществ оплетают целлюлозные фибриллы. А в процессе созревания конопли лигнин создает сплошной каркас, жесткость которого обеспечивает высокую прочность стебля при уникальном соотношении параметров его толщины и высоты.

В структуре луба конопли лигнин сосредоточен в основном в стыковых спайках волокон, которые разрастаются в локальные межклеточные одревеснения, что объясняет его меньшее содержание относительно костры.

Вместе с тем волокнистая фракция конопли содержит в 1,5 раза больше альфа-целлюлозы относительно уровня показателя для костры, что обуславливает ее ценность как высокопродуктивного сырья для получения целлюлозы различного назначения. Однако луб характеризуется

более высоким содержанием оксида кремния, зольных соединений и экстрактивных веществ.

Сопоставление химического состава луба и пеньки позволяет выявить корреляции влияния способа первичной подготовки конопляного волокна на его химическую структуру. Результаты показали, что оба эти волокна содержат примеси одной и той же природы. Однако общее содержание примесей в пеньке ниже, чем в лубе, что обусловлено проведением стадии механической очистки конопляного волокна при получении однотипной неориентированной пеньки. В результате первичной обработки сырья достигается почти четырехкратная убыль лигнина в неориентированном пеньковом волокне относительно костры за счет более полного удаления лигнифицированных образований, включая ксилему.

Механическое воздействие на луб оказывает существенное влияние и на удаление полисахаридных компонентов пеньки: различия массовой доли пектиновых веществ и гемицеллюлоз составляют 1,8 и 2,3 раза соответственно. При этом доля альфа-целлюлозы в пеньке составляет более 70%, что на 13,6 мас. % выше данных для луба.

В структуре анализируемых образцов обнаружены ионы тяжелых металлов, в том числе меди, цинка и свинца. В лубе наряду с вышеназванными соединениями установлено присутствие кадмия. В свете последних биохимических исследований, направленных на изучение условий онтогенеза конопляной культуры, наблюдаемый результат не удивителен и взаимосвязан с почвенным фактором ее произрастания. Так, в ряде исследовательских работ [14, 15] отмечается свойство растения поглощать тяжелые металлы из почвы в процессе его онтогенеза, что положено в основу разработки эффективных методов фитоочистки почвы от промышленных загрязнений.

Полученные данные о присутствующих видах тяжелых металлов в анализируемом конопляном сырье согласуются с результатами исследований по оценке загрязнения почв

г. Иваново, выполненными специалистами Ивановского государственного политехнического университета [16]. Однако следует отметить, что доля поллютантов в исследуемом сырье не велика. Согласно сведениям ОФС.1.5.3.0009.15 Министерства здравоохранения Российской Федерации зарегистрированный уровень ионов металлов не превышает их предельно допустимую концентрацию, регламентированную для лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов [17].

ВЫВОДЫ

1. С применением разработанной методологии экспериментального мониторинга совокупности параметров химического состояния биополимерной системы осуществлена комплексная оценка долевого содержания основных полимерных компонентов (альфа-целлюлозы, пектиновых веществ, гемицеллюлоз, кислотонерастворимого лигнина) и других сопутствующих соединений, включая ионы тяжелых металлов, оксид кремния, экстракционных веществ, в лубе, костре и пеньке, полученных из тресты технической конопли.

2. Экспериментально подтверждено, что содержание и состав полимерных компонентов конопляного сырья определяются не только генетической природой применяемого сорта, но и природными условиями региона его выращивания и особенностями действия почвенной микрофлоры в процессах первичной обработки стебля.

3. Химический состав конопляных материалов определяет специфику использования разных подходов к проведению модификации образцов луба, костры и пеньки в процессах их глубокой переработки в наукоемкие продукты с высокой добавленной стоимостью. Наиболее перспективным видом сырья для получения целлюлозы является пенька неориентированная однотипная. Костра конопли может найти применение в производстве фармацевтических продуктов на основе лигнанов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Galkin M. V., Samec J. S. Lignin Valorization through Catalytic Lignocellulose Fractionation: A Fundamental Platform for the Future Biorefinery // *ChemSusChem*. 2016. Vol. 9, No 13. P. 1544–1558.
2. Chemicals from lignin: an interplay of lignocellulose fractionation, depolymerisation, and upgrading / W. Schutyser, T. Renders, S. van den Bosch, S. F. Koelewijn, G. T. Beckham, B. F. Sels // *Chemical Society Reviews*. 2018. Vol. 47, No 3. P. 852–908.
3. Кабунина И. В. Современный опыт и перспективы переработки технической конопли в России // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. Т. 64, № 6(384). С. 34–37.
4. Ranalli P., Venturi G. Hemp as a raw material for industrial applications // *Euphytica*. 2004. Vol. 140, No 1. P. 1–6.

5. Liberalato D. Prospect of hemp utilization in the European textile industry // *Agroindustria*. 2003. Vol. 2, No 3. P. 147–148.
6. Flores-Sanchez I. J., Verpoorte R. Secondary metabolism in cannabis // *Phytochemistry Reviews*. 2008. No 7. P. 615–639.
7. Isidore E., Karim H., Ioannou I. Extraction of Phenolic Compounds and Terpenes from Cannabis sativa L. By-Products: From Conventional to Intensified Processes // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, No 6.
8. Russo E. B. Taming THC: potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects // *British Journal of Pharmacology*. 2011. Vol. 163. P. 1344–1364.
9. Effects of citrus fragrance on immune function and depressive states / T. Komori, R. Fujiwara, M. Tanida, J. Nomura, M. M. Yokoyama // *Neuroimmunology*. 1995. No 2. P. 174–180.
10. Arts I. C., Hollman P. C. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies // *American Journal of Clinical Nutrition*. 2005. Vol. 81. P. 317–325.
11. Andre C. M., Larondelle Y., Evers D. Dietary antioxidants and oxidative stress from a human and plant perspective: a review // *Current Nutrition & Food Science*. 2010. Vol. 6. P. 2–12.
12. Иванов А. Н. Физико-химические основы технологии приготовления льно-тресты : дис. ... д-ра техн. наук. Кострома, 1989. 535 с.
13. Усов А. И., Яроцкий С. В. Раздельное определение гексоз и пентоз при помощи *o*-толуидинового реагента // *Известия АН СССР. Серия химическая*. 1974. № 4. С. 877–880.
14. Белорусские ученые: Конопля способна очищать почву от загрязнения тяжелыми металлами и радиацией // *Все о конопле*. URL: <https://b.kannabizz.top/mir-o-marikhuane/belorusskie-uchenyekonoplya-sposobna-ochishhat-pochvu-ot-zagryazneniya-tyazhyolymi-metallami-i-radiaciej> (дата обращения: 02.11.2023).
15. В Йоханнесбурге исследуют применение конопли от промышленного загрязнения // *Информационно-аналитический ресурс о промышленности*. URL: <https://gmk.center/news/v-johannesburge-issledujut-primenenie-konopli-ot-promyshlennogo-zagryazneniya> (дата обращения: 02.11.2023).
16. Оценка уровня загрязнения почв г. Иваново тяжелыми металлами и нефтепродуктами / Д. В. Машкин, Т. В. Извекова, А. А. Гушин, В. И. Гриневич // *Известия вузов. Серия «Химия и химическая технология»*. 2017. Т. 60, вып. 5. С. 94–99.
17. ОФС.1.5.3.0009.15. Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах : утв. Приказом Минздрава России от 29.10.2015 № 771. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia-projects/izdanie-13/1/1-5/1-5-3/1-5-3-9/?vers=858> (дата обращения: 20.12.2023).

REFERENCES

1. Galkin M. V., Samec J. S. Lignin Valorization through Catalytic Lignocellulose Fractionation: A Fundamental Platform for the Future Biorefinery. *ChemSusChem*. 2016; 9,13:1544–1558.
2. Schutyser W., Renders T., Van den Bosch S., Koelewijn S. F., Beckham G. T., Sels B. F. Chemicals from lignin: an interplay of lignocellulose fractionation, depolymerisation, and upgrading. *Chemical Society Reviews*. 2018;47,3:852–908.
3. Kabunina I. V. Modern experience and prospects of processing technical cannabis in Russia. *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal* [International agricultural journal]. 2021;64,6(384):34–37. (In Russ.)
4. Ranalli P., Venturi G. Hemp as a raw material for industrial applications. *Euphytica*. 2004;140,1:1–6.
5. Liberalato D. Prospect of hemp utilization in the European textile industry. *Agroindustria*. 2003;2,3:147–148.
6. Flores-Sanchez I. J., Verpoorte R. Secondary metabolism in cannabis. *Phytochemistry Reviews*. 2008;7:615–639.
7. Isidore E., Karim H., Ioannou I. Extraction of Phenolic Compounds and Terpenes from Cannabis sativa L. By-Products: From Conventional to Intensified Processes. *Antioxidants*. 2021;10,6.
8. Russo E. B. Taming THC: potential cannabis synergy and phytocanna-binoid-terpenoid entourage effects. *British Journal of Pharmacology*. 2011;163:1344–1364.
9. Komori T., Fujiwara R., Tanida M., Nomura J., Yokoyama M. M. Effects of citrus fragrance on immune function and depressive states. *Neuroimmunology*. 1995;2:174–180.
10. Arts I. C., Hollman P. C. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2005;81:317–325.
11. Andre C. M., Larondelle Y., Evers D. Dietary antioxidants and oxidative stress from a human and plant perspective: a review. *Current Nutrition & Food Science*. 2010;6:2–12.

12. Ivanov A. N. *Fiziko-himicheskie osnovy tekhnologii prigotovleniya l'no-tresty* [Physico-chemical fundamentals of flax seed preparation technology]. Dr. tech. sci. diss. Kostroma, 1989. 535 p. (In Russ.)
13. Usov A. I., Yarockij S. V. Separate determination of hexose and pentose using an o-toluidine reagent. *Izvestiya AN SSSR. Seriya himicheskaya* [Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR. Division of Chemical Sciences]. 1974;4:877–880. (In Russ.)
14. Belarusian scientists: Hemp is able to clean the soil from contamination by heavy metals and radiation. b.kannabizz.top. URL: <https://b.kannabizz.top/mir-o-marikhuane/beloruskie-uchenye-konoplya-sposobna-ochishhat-pochvu-ot-zagryazneniya-tyazhyolymi-metallami-i-radiaciej> (accessed 02.11.2023). (In Russ.)
15. Johannesburg investigates the use of cannabis from industrial pollution. GMK.center. URL: <https://gmk.center/news/v-johannesburge-issledujut-primenenie-konopli-ot-promyshlennogo-zagryazneniya> (accessed 02.11.2023). (In Russ.)
16. Mashkin D. V., Izvekova T. V., Gushchin A. A., Grinevich V. I. Assessment of the level of soil pollution in Ivanovo with heavy metals and petroleum products. *Izvestiya vuzov. Seriya "Himiya i himicheskaya tekhnologiya"* [ChemChemTech]. 2017;60,5:94–99. (In Russ.)
17. OFC.1.5.3.0009.15. *Opređenje soderzhaniya tyazhelyh metallov i mysh'yaka v lekarstvennom rastitel'nom syr'e I lekarstvennyh rastitel'nyh preparatah*. [Determination of the content of heavy metals and arsenic in medicinal plant raw materials and medicinal herbal preparations]. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia-projects/izdanie-13/1/1-5/1-5-3/1-5-3-9/?vers=858> (accessed 20.12.2023). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 28.12.2023
Принята к публикации 6.03.2024

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 677.051.155:677.11

EDN УТQXJE

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-27-31

Алексей Михайлович Щепочкин¹

Юлия Алексеевна Щепочкина²

¹ Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия

² Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет, г. Иваново, Россия

¹ alexeyshchepochkin@rambler.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0530-8350>

² julia2004ivanovo@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6792-8239>

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ СТОЛОВ СОРТИРОВКИ НА ЛЬНОЗАВОДЕ

Аннотация. Современные льнозаводы оснащаются новыми линиями выработки короткого и длинного волокна. В частности, бельгийская фирма Depoortere поставляет такие линии различной мощности. Оборудование позволяет обеспечивать непрерывную переработку льнотресты, полную очистку льносемян, экономный режим трепания, выделение и удаление костры. Для сортировки льнотресты (вручную по длине и цвету) используются типовые сортировочные столы. Вместе с тем еще в 80-е годы прошлого столетия на основе модернизации типовых столов сортировки были созданы и апробированы в производственных условиях оригинальные конструкции опытных столов сортировки, оснащенные аспирационными устройствами. В данной работе рассмотрен опытный конвейерный стол с перфорированной поверхностью, снабженный устройством для удаления воздуха, загрязненного частицами пыли и костры. Представлен опытный стол с двухсторонним расположением рабочих мест с функцией локализации и удаления пыли в процессе сортировки длинного льноволокна. Приведены результаты испытания опытных столов на Палехском льнозаводе, замечания и предложения со стороны работников льнозавода в отношении конструкции столов. Конструкции опытных столов, оснащенных аспирационными устройствами, обладают существенными преимуществами в сравнении с типовыми столами, могут быть адаптированы к современным линиям, устанавливаемым на льнозаводах.

Ключевые слова: льнозавод, треста, волокно, столы сортировки, модернизация, аспирационные устройства, конструкции

Для цитирования: Щепочкин А. М., Щепочкина Ю. А. Опыт модернизации столов сортировки на льнозаводе // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 27–31. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-27-31>.

Original article

Alexej M. Shchepochkin¹

Julia A. Shchepochkina²

¹ Ivanovo State Polytechnical University, Ivanovo, Russia

² Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biothechnlogy, Ivanovo, Russia

EXPERIENCE OF MODERNISATION OF SORTING TABLES AT THE FLAX PLANT

Abstract. Modern flax mills are equipped with new production lines for short and long fibres. In particular, the Belgian company Depoortere supplies such lines of various capacities. The equipment allows for continuous processing of flax, complete cleaning of flax seeds. Standard sorting tables are used for sorting flax (manually by length and colour). At the same time, back in the 1980s, based on the modernisation of stan-

© Щепочкин А. М., Щепочкина Ю. А.. 2024

dard sorting tables, original designs of experimental sorting tables equipped with aspiration devices were created and tested in production conditions. In this paper, an experimental conveyor table with a perforated surface is considered, equipped with a device for removing air contaminated with dust particles. An experimental table with a two-sided arrangement of workplaces with the function of localisation and removal of dust in the process of sorting long flax fibre is presented. The results of testing of experimental tables at Palekh flax plant, comments and suggestions from the employees of the flax plant regarding the design of the tables are presented. The designs of experimental tables equipped with aspiration devices, have significant advantages in comparison with standard tables, can be adapted to modern lines installed at flax plants.

Keywords: flax plant, flax stalks, fibre, sorting tables, modernisation, aspiration devices, constructions

For citation: Shchepochkin A. M., Shchepochkina Ju. A. Experience of modernisation of sorting tables at the flax plant. *Technologies & Quality*. 2024. No 1(63). P. 27–31. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-27-31>.

Современные льнозаводы располагают большим количеством разнообразного и достаточно сложного технологического оборудования для выработки длинного и короткого волокна. В настоящее время многие льнозаводы, например, белорусские ОАО «Кореличи-Лен», ОАО «Шкловский льнозавод», ОАО «Ореховский льнозавод» активно оснащаются современными линиями различной мощности бельгийской фирмы Depoortere. Используемое оборудование позволяет обеспечивать непрерывную переработку льнотресты, полную очистку льносемян, экономный режим трепания, выделение и удаление костры. Однако процессы сухой обработки практически на любых льнозаводах сопровождаются выделением в воздух производственных помещений больших количеств частиц костры, пыли и других отходов [1, 2]. Значительная часть таких выделений происходит на начальных этапах обработки. Для сортировки льнотресты (вручную по длине и цвету) используются типовые сортировочные столы (рис. 1).



Рис. 1. Сортировка льнотресты на ОАО «Кореличи-Лен»

Вместе с тем еще в 80-е годы прошлого столетия на основе модернизации типовых столов сортировки были созданы (под руководством и при непосредственном участии А. М. Ще-

почкина) и апробированы в производственных условиях оригинальные конструкции опытных столов сортировки, оснащенных аспирационными устройствами [3].

Так, для обеспыливания и очистки тресты от минеральной составляющей, костры, корней было разработано и изготовлено устройство для отсоса загрязненного воздуха через перфорированную поверхность конвейерного стола перед мяльно-трепальным агрегатом, а именно перед слоеформирующим механизмом. Схема стола представлена на рис. 2.

Устройство конвейерного стола испытывалось в производственных условиях (рис. 3).

Расчетная подвижность воздуха в отверстиях перфорированного стола составляла 0,6 м/с. Количество удаляемого воздуха от конвейерного стола – 1200 м³/ч на 1 пог. м стола.

В период испытаний по конвейерному столу перемещалось 700 кг/ч моченцовой тресты Т-10. В ходе производственного процесса через перфорированный лист внутрь бункера проваливалось значительное количество пыли и костры (за смену примерно 30...40 кг). Запыленность воздуха в рабочей зоне у конвейерного стола в направлении движения тресты снижалась примерно в 2,7 раза. Так, запыленность воздуха у раскладочного стола (перед конвейерным) составляла в среднем 101 мг/м³, а на входе в слоеформирующую машину (т. е. после конвейерного стола) 36,7 мг/м³.

Со стороны работников Палехского льнозавода в отношении конструкции стола были высказаны следующие замечания и предложения: поверхности, на которые падает костра, не должны окрашиваться и иметь заусеницы; в оперативной зоне, т. е. зоне, в которой работница может руками касаться поверхности стола (примерно 0,35 м от края стола со стороны рабочего места) перфорация должна отсутствовать во избежание повреждения пальцев рук о кромки всасывающих отверстий; в корпусе аспира-

ционного устройства необходимо сделать дверцы такой величины, чтобы работница могла

произвести очистку рабочих поверхностей и механизмов от костры.

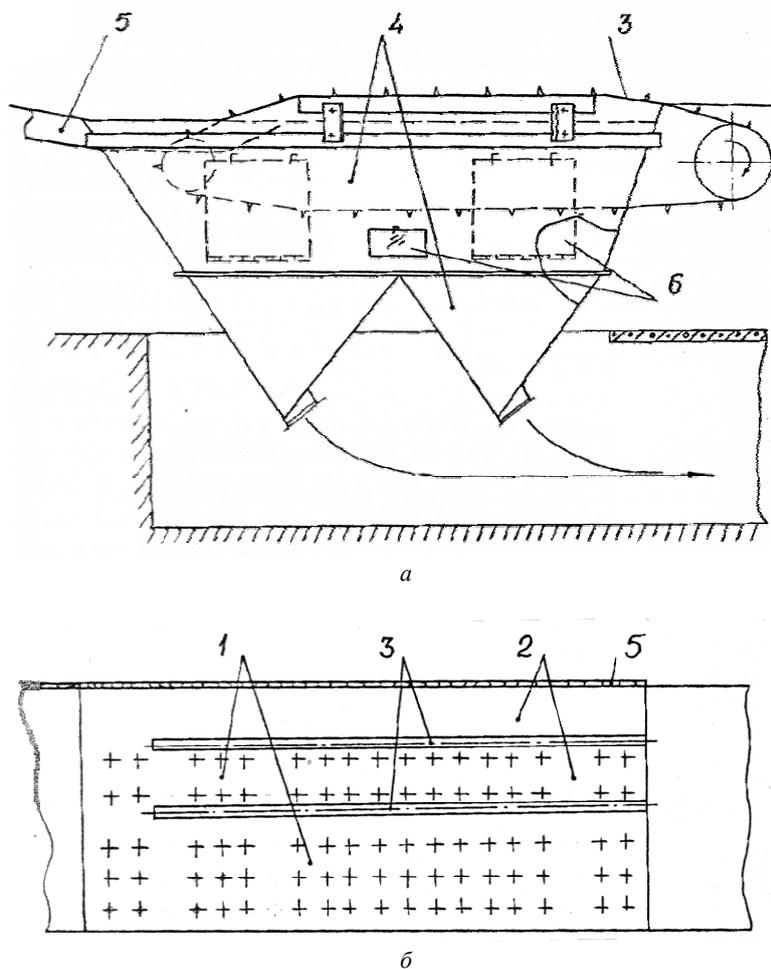


Рис. 2. Конвейерный стол:
 а – вид сбоку; б – вид крышки стола в плане;
 1 – перфорированная поверхность; 2 – поверхность без перфорации; 3 – колковый конвейер;
 4 – бункер; 5 – деревянная (полированная) планка; 6 – ревизия



Рис. 3. Опытный конвейерный стол сортировки на Палехском льнозаводе

Для локализации и удаления пыли в процессе сортировки длинного льноволокна был разработан и изготовлен стол с двухсторонним расположением рабочих мест (рис. 4). Общий вид стола представлен на рис. 5.

Расчетная скорость воздуха в рабочем проеме приемного бункера – 0,9 м/с. Количество удаляемого воздуха от стола сортировки длинного волокна на одно рабочее место равнялось 1600 м³/ч. Расход воздуха от стола соответствовал расчетным данным (1600...1800 м³/ч на одно рабочее место). Скорость воздуха в щели составляла в среднем 10 м/с. При выполнении работницей Палехского льнозавода операций по формированию кулиток отмечалось достаточно хорошее улавливание пыли из зоны, ограниченной расстоянием 0,3 м над крышкой стола. Скорость воздуха во всасывающем отверстии в крышке стола была равной 1 м/с, на расстоянии 0,2 м от поверхности

стола – 0,45 м/с и на расстоянии 0,4 м – практически отсутствовала.

Со стороны работников Палехского льнозавода были высказаны замечания и предложения, в основном относящиеся к области эргономики: стол должен регулироваться по высоте; для осуществления рабочих операций в непосредственной близости от стола боковая часть (стенка) бункера со стороны постоянного рабочего места должна быть открытой и выполненной с учетом удобства рабочих движений; средняя часть крышки стола должна быть расширена для удобства раскладывания льноволокна при небольшом наклоне тела.

Приведенные конструкции опытных столов, оснащенных аспирационными устройствами, обладают существенными преимуществами в сравнении с типовыми столами, могут быть адаптированы к современным линиям, устанавливаемым на льнозаводах.

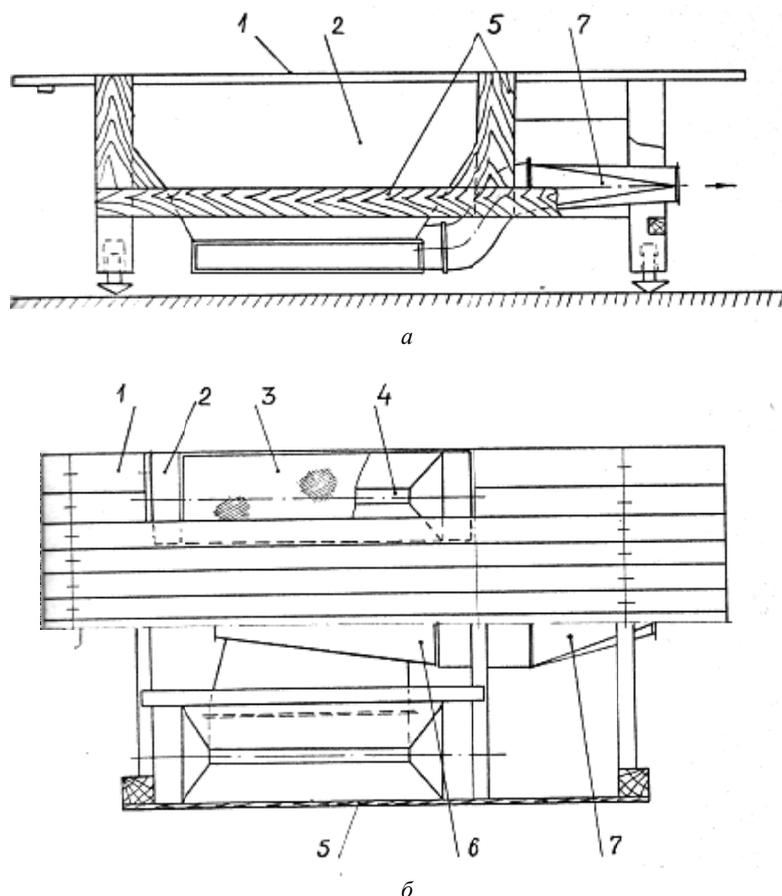


Рис. 4. Стол сортировки длинного волокна:

а – вид сбоку; б – вид в плане;

1 – крышка; 2 – воздухоприемник (в форме бункера без стенки со стороны постоянного рабочего места);

3 – съемная металлическая сетка; 4 – щель; 5 – деревянная (полированная) планка;

6 – сборный воздуховод; 7 – патрубок для присоединения к цеховой системе аспирации



Рис. 5. Опытный стол сортировки длинного волокна

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верняева И. Л., Тихонова Е. Ю. Разработка технологии получения короткого льняного волокна для фрикционных изделий // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2009. № 1. С. 20–22.
2. Щепочкин А. М., Щепочкина Ю. А. Сорные примеси в текстильном сырье (льне, хлопке, шерсти) // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 3. С. 270–273.
3. Справочник по заводской первичной обработке льна / под ред. В. Н. Храмова. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. 512 с.

REFERENCES

1. Vernyaeva I. L., Tikhonova E. Yu. Development of technology of short flax fibre production for friction articles. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kostroma State Technological University]. 2009;1:20–22. (In Russ.)
2. Shchepochkin A. M., Shchepochkina Yu. A. Weed impurities in textile raw materials (flax, cotton, wool)* *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2022;3:270–273. (In Russ.)
3. Reference book on factory primary flax processing*. Edited by V. N. Khrantsov. Moscow, *Legkaya i pishchevaya promyshlennost'* Publ., 1984. 512 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 28.12.2023
Принята к публикации 6.03.2024

* Перевод названия источника выполнен автором статьи / Translated by author of the article.

Научная статья
УДК 685.34.082
EDN ZURXHK

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-32-39

Анастасия Николаевна Радюк

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Республика Беларусь
ana.r.13@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6233-8328>

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАНУЛЯТА ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОДОШВ ОБУВИ

Аннотация. В статье представлен перспективный метод переработки обувных пенополиуретанов путем их превращения во вторичный гранулированный продукт с последующим использованием его для получения материалов для подошв обуви. С этой целью разработаны составы, режимы и технология получения гранулята и полимерной основы с минимальным количеством ингредиентов, проведен анализ структуры и свойств полученных отливок. На основе полученных данных сделан вывод о возможности применения гранулята и полимерной основы для литья подошв обуви монолитной структуры.

Ключевые слова: гранулят, отходы, способ переработки, полимерная основа, технология, физико-механические характеристики, подошва обуви

Для цитирования: Радюк А. Н. Получение гранулята из отходов пенополиуретана для литья подошв обуви // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 32–39. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-32-39>.

Original article

Anastasiya N. Radyuk

Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Republic of Belarus

PRODUCTION OF GRANULATE FROM WASTE POLYURETHANE FOAM FOR MOULDING SHOE SOLES

Abstract. The article presents a promising method of processing shoe polyurethane foams by their transformation into a secondary granulated product with its subsequent use for obtaining materials for shoe soles. For this purpose, compositions, modes and technology of obtaining granulate and polymer base with a minimum amount of ingredients have been developed with the structure and properties of the obtained castings analysed. On the basis of the obtained data it is concluded that it is possible to use granulate and polymer base for casting monolithic shoe soles.

Keywords: granulate, waste, processing method, polymer base, technology, physical and mechanical characteristics, shoe sole

For citation: Radyuk A. N. Production of granulate from waste polyurethane foam for moulding shoe soles. Technologies & Quality. 2024. No 1(63). P. 32–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-32-39>.

Высокие темпы производства и потребления полиуретанов (ПУ) приводят к накоплению неизбежно образующихся производственных отходов и изделий, вышедших из эксплуатации, что влечет за собой экологические и экономические проблемы [1, 2]. Традиционные способы утилизации отходов – депонирование и сжигание – для полиуретанов неприемлемы. В первом случае в результате воздействия воды

образуются вредные аминосодержащие продукты, во втором – выделяются токсичные газы, такие как цианистый водород, оксиды азота и т. п. [2]. Потому в настоящее время вопрос разработки методов и технологии утилизации ПУ отходов является актуальной задачей, и в связи с этим все большее внимание привлекают процессы рецикла полиуретанов.

Производство ПУ представляет собой одну из наиболее динамично развивающихся отраслей промышленности. Такой интерес производителе-

© Радюк А. Н., 2024

лей к этому полимеру прежде всего связан с возможностью получения разнообразных технически ценных материалов на его основе [2].

На сегодняшний день на эластичные и жесткие пенополиуретаны (ППУ) приходится наибольший объем потребления, который составляет 75 % от всего выпуска. Помимо этого, именно эти отходы являются самыми трудно утилизируемыми отходами обувной промышленности, так как их запрещено вывозить на ТБО ввиду их токсичности.

Проведенные ранее исследования и работы касались возможности и целесообразности переработки отходов ППУ в материалы и изделия для обувной промышленности, однако их физико-механические и эксплуатационные свойства имели большой размах варьирования при одних и тех же режимах и условиях изготовления.

В связи с вышесказанным данная работа направлена на получение более однородного по свойствам гранулята, полимерной основы с минимальным количеством ингредиентов и изделий с заданным комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств. Целью данной работы является получение новых материалов для производства подошв обуви с использованием отходов ППУ.

Гранулят – это продукт грануляции, получаемый в процессе измельчения полимерного сырья путем уменьшения частиц твердых тел [3, 4]. Чаще всего представляет собой сыпучий материал, состоящий из однородных по размеру и форме частиц. Гранулы могут иметь форму цилиндра, шара, куба, прямоугольной пластины. Размер гранул зависит от вида материала и метода его переработки [4].

Гранулят из отходов – это сырье, которое позволяет существенно снизить себестоимость товаров без ущерба их качеству. Эксплуатационные свойства этого сырья не отличаются от характеристик первичного пластика, поэтому его можно считать универсальным. Использование такого материала позволяет не только удешевить затраты на изготовление товаров, но и решить вопрос по утилизации полимерной продукции, способной навредить экологии. Одним из вариантов сырья для получения гранулята могут быть отходы ППУ [4, 5].

В Республике Беларусь на сегодняшний день отсутствуют нормативные документы (ГОСТы), регламентирующие свойства вторичного полимерного сырья. До 1990 г. действовал отраслевой стандарт «Сырье вторичное, поли-

мерное», сейчас существуют различные Технические условия на вторичные гранулы из полимеров как общие – сырье полимерное вторичное или отходы полимерные, так и специализированные – полиэтилен вторичный, полипропилен вторичный, полистирол вторичный либо «сырье вторичное полимерное из...». При этом необходимо отметить, что в Технических условиях на полимеры вторичные выделены определенные марки полимеров, большинство из которых сводится к следующим маркам: ПЭНД вторичный, ПЭВД вторичный, полипропилен вторичный, ПЭТФ вторичный, полистирол вторичный, АБС вторичный, смешанные полимеры (смесь различных марок полимеров), поликарбонат вторичный [4–7]. Как можно заметить, ПУ и ППУ как вторичное сырье не выделяются, это связано с тем, что данные полимеры не имеют однозначного класса опасности и согласно ОКРБ 021–2019 [8] являются токсичными и горючими полимерами (5711019 Прочие отходы полиуретана, пенополиуретана – отходы образуются при изготовлении литевой обуви).

В настоящее время известны несколько способов физико-механической переработки отходов обувного ПУ в гранулят (табл. 1).

Помимо представленных способов, касающихся физико-механической переработки, существуют способы химической переработки гранулята из ПУ – способ экструзии расплава эластомера и непрерывной резки в воде с последующим разделением гранул и воды, способ изготовления гранул из полиуретана путем совмещения реакционной композиции с инертной по отношению к композиции жидкостью [4]. Недостатками данных способов является образование «комков» гранул при повышении температуры воды или жидкости, содержание в грануляте значительного количества агрегированных гранул, что ведет к снижению его качества и делает невозможным дальнейшее применение в процессах переработки.

Представленные процессы переработки отходов ПУ являются довольно сложными с технологической точки зрения и включают различные способы, наиболее предпочтительным среди которых является термомеханический способ, позволяющий перерабатывать значительное количество отходов, с получением гранулята, а использование различных добавок повышает его качество и расширяет область применения.

Способы физико-механической переработки отходов обувного ПУ в гранулят

Способ	Достоинства	Недостатки
Дробление уретанового эластомера ножами	– Не требует сложного оборудования; – позволяет использовать полиуретаны любой природы	– Гранулы имеют неправильную геометрическую форму, что влечет за собой их малый насыпной вес, плохой прогрев и дозирование; – высокая степень обновления поверхности ухудшает физико-химические и механические характеристики изделий
Механическое измельчение в крошку требуемой дисперсности (грануляция)	– Гранулы используют в качестве наполнителя полимерных композиций	– Гранулы имеют разные геометрические параметры; – находит применение для утилизации хрупких твердых ППУ
Получение из отходов ППУ термопластичного материала, пригодного для переработки методом литья, путем их измельчения и гранулирования [9]	– Обеспечивает переработку отходов на шнеково-дисковом грануляторе с получением шнуров в процессе продавливания материала через фильеры, их охлаждение и резку на гранулы размером 3×5 мм; – может включать операцию смешивания материалов	– Деструкция отходов происходит при различных температурах, что приводит к наличию остатков в материале частиц, не перешедших в термопластичное состояние, поэтому, чтобы избежать подобных негативных явлений, процесс переработки разных групп одного и того же материала следует проводить отдельно; – необходимо следить, чтобы не происходило перемешивания гранулята разной цветовой гаммы, поскольку у них разная температура плавления из-за различных добавок красителей

Материалы и методы исследования

Для разработки состава гранулята были проанализированы и обоснованы ингредиенты, используемые для получения гранулята из различных видов ПУ и отходов ПУ. Выявлено, что основным компонентом гранулята при физико-механической переработке является первичный или вторичный ПУ различных видов, а также

инертные по отношению к композиции жидкости при химической переработке, среди которых наиболее часто используемыми являются вода и масла различной вязкости.

В рамках задания ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» [10] на основании [11] разработана технологическая схема получения гранулята в соответствии с рис. 1.

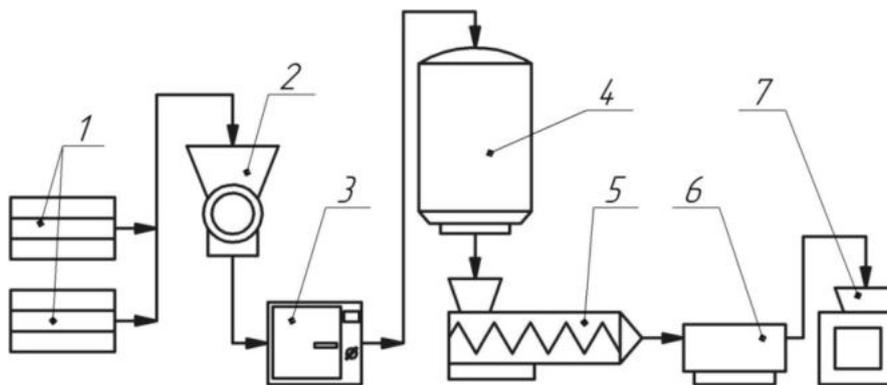


Рис. 1. Технологическая схема переработки отходов ППУ методом экструзии в гранулят [10]

При предварительной подготовке отходы ППУ из сборного конвейера 1 загружали в дробилку роторно-ножевого типа 2 и подвергали измельчению до размеров частиц 10...15 мм. Далее измельченный ППУ сушили в сушильной камере или термошкафу 3 с принудительной конвекцией воздуха при температуре 80 °С в течение 3 ч до влажности 0,2...0,3%. Далее высушенные частицы загружали в накопительный бункер-смеситель 4 и подвергали термомеханической переработке в двухшнековом экструдере 5 SUPLAST 25/2 мм (ООО «СуПласт», РБ) при температуре переработки 110...185 °С

и скорости вращения шнека 50...70 об/мин. Получали шнурки диаметром 3 мм, которые охлаждали в водяной ванне 6 и резали с помощью режущего устройства 7 до получения гранул длиной 2...4 мм.

Для полученного гранулята из отходов обувного ППУ определяли пористость и насыпную плотность. Структуру поверхности композитов изучали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) на срезах образцов на микроскопе Vega II (Tescan, Чехия).

Далее в работе изучалась, проверялась и анализировалась возможность получения по-

лимерной основы с минимальным количеством ингредиентов из гранулята отходов ППУ. Состав композиции включает в себя отходы ППУ, являющиеся основным компонентом композиции; пластификатор (масло индустриальное, МИ), необходимый для повышения пластичности и эластичности, улучшения процесса переработки; стабилизатор (стеарат кальция, стСа),

способствующий повышению стойкости полимера к различным видам воздействий, замедляющий деструкцию и старение композиции и готовых изделий.

Для изготовления полимерной основы с минимальным количеством ингредиентов методом экструзии из гранулята отходов ППУ в табл. 2 представлены составы и режимы получения.

Т а б л и ц а 2

Составы и режимы получения полимерной основы

Состав композиций, мас. %	$t, ^\circ\text{C}$ (50...70 об/мин)	Крутящий момент $M_{кр}, \text{Н}\cdot\text{м}$	Плотность образца, $\text{г}/\text{см}^3$
ППУ гранулят	125, 140, 150, 160, 170, 160	–	1,217
ППУ (98,5) + стСа (0,5) + МИ (1)	125, 140, 150, 160, 170, 160	9,43...11,53	1,233

Из полученных композиций на термопластавтомате ТП EN30 (Hengsen, Китай) при температуре 170...190 °С изготавливали образцы материалов (полимерной основы). Полученную полимерную основу исследовали по следующим показателям: плотность (ГОСТ 267), твердость по Шору А (ГОСТ 263), абразивный износ на машине APG-300 (FritzHeckert, ГДР) (ГОСТ 11012), предел прочности, относительное удлинение при разрыве и модуль упругости на комплексе Instron 5657 (Instron, Великобритания) (ГОСТ 11262). Исследование структуры полученных образцов полимерной основы проводили методом микроскопии в отраженном свете с помощью микроскопа BestScope BPM-130 USB Portable Digital Microscope.

Результаты и их обсуждение

Предварительно проведенные исследования показали, что переработка измельченных частиц отходов ППУ в гранулят связана с определенными технологическими трудностями, обусловленными нестабильностью реологических показателей перерабатываемого материала, неравномерностью движения его фрагментов в цилиндре экструдера и их плавления, а также низкой формоустойчивостью стренга при его выходе из формирующей головки. В результате в материале наблюдается разуплотнение с сохранением значительной доли остаточной пористости. По-видимому, высокотемпературная экструзионная переработка отходов ППУ не позволяет полностью ликвидировать остаточную пористость за счет низких реологических характеристик расплава и вызывает реакцию следов неотработанных вспенивающих агентов, что создает дополнительную нерегулируемую пористость.

Эти обстоятельства не позволяют получить однородную структуру гранулята при

однократной экструзии. Это, в соответствии с рис. 2, а, отмечено даже при введении в отходы ППУ технологических добавок, призванных регулировать течение расплава и в некоторой степени улучшающих перерабатываемость в гранулят. Тем не менее вариант двукратной переработки оказывается предпочтительным с точки зрения формирования более регулярной морфологии материала, в соответствии с рис. 2, б. Однако и в этом случае имеется некоторое количество укрупненных пор. Для снижения остаточной пористости наряду с увеличением кратности переработки до 2–3 (но не более, что лимитируется ухудшением свойств ППУ вследствие термоокислительной деструкции этого полимера) целесообразно применение в технологическом процессе системы дегазации.

Результатом проведенного исследования и переработки измельченных частиц отходов ППУ (рис. 3, а) является гранулят, представленный на рис. 3, б.

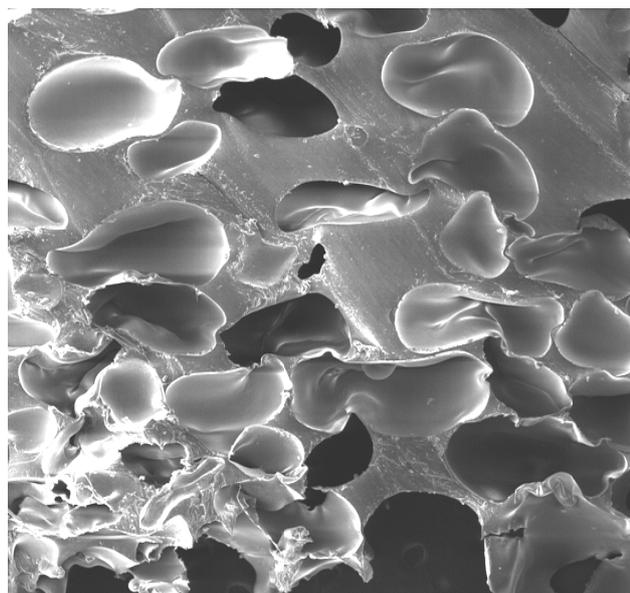
Гранулят (см. рис. 3, б) имеет цилиндрическую форму, одинаковую размерность и является исходным сырьем для получения в дальнейшем полимерной основы.

Для полученного гранулята была определена пористость (рис. 4) и насыпная плотность по ГОСТ 11035.1–93, составившая 0,47 $\text{г}/\text{см}^3$.

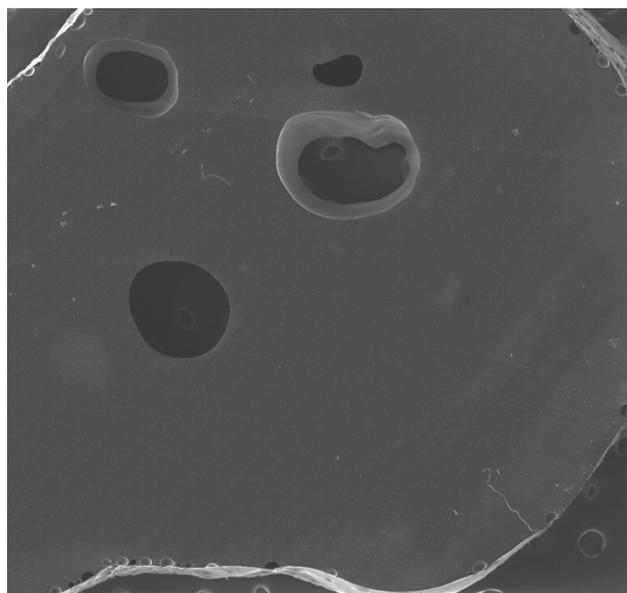
На основе этого гранулята были получены пробные отливки образцов материалов с целью подтверждения возможности изготовления из него материалов для подошв обуви. В качестве базового метода формирования литых образцов выбрана литьевая формовка при температурах не выше 190 °С. Далее проводился анализ структуры (рис. 5) и физико-механических характеристик полученных литых образцов (табл. 3) в сравнении со значениями монолитных подошв обуви.

Анализируя рис. 5, необходимо отметить, что структура образцов рыхлая, слегка пористая, поры хорошо сформированы, имеют малые

диаметры правильной шарообразной формы 2...3,5 мкм, дополнительных включений и дефектов не найдено.



а



б

Рис. 2. Поры в ППУ при однократной (а) и двукратной переработке (б)



а



б

Рис. 3. Отходы ППУ после измельчения (а) и гранулят из отходов ППУ (б)

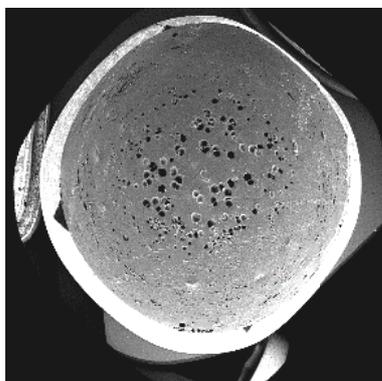


Рис. 4. Пористость гранулята



Рис. 5. Структура образца

Т а б л и ц а 3

Физико-механические характеристики литых образцов

Образец	Плотность ρ , г/см ³	Твердость H , усл. ед.	Абразивный износ V_i , мм ³ /м	Относительное удлинение при растяжении ϵ , %	Предел прочности σ , МПа	Модуль упругости при растяжении E , МПа
Литые	1,233	86	0,38	140	15	24,2
Монолитные	$\leq 1,3$	≤ 90	$\leq 3,0$	≥ 140	$\geq 4,5$	≥ 21

По данным рис. 5 и табл. 3 можно заметить, что структура полученных материалов удовлетворяет требованиям к структурам для производства подошвенных материалов (подошв обуви), физико-механические характеристики образцов выше значений, регламентированных для подошв аналогичной структуры.

Заключение. Как известно, гранулирование является завершающим этапом подготовки вторичного полимерного сырья для переработки его в изделия и осуществляется на выходе расплава из червячного пресса, в котором осуществлялись процессы гомогенизации, дегазации и фильтрации. Гранулированный полимерный материал является наилучшей формой сырья для переработки его в изделия на современном оборудовании. Однако гранулирование требует нагрева полимера до вязкотекучего состояния, которое сопровождается дополнительной термической деструкцией, т. е. ухудшением молекулярно-массового распределения полимера. Это значит, что следует избегать дополнительного нагрева вторичного полимерного материала и не стоит гранулировать материал после 3-кратной переработки, достаточно 2–3-кратной переработки для устранения пористости.

Рассмотренный в настоящей работе метод переработки отходов ППУ путем их превращения во вторичный гранулированный продукт позволяет получить из него полимерную основу с минимальным количеством ингредиентов для последующего литья материалов для подошв обуви. Анализ структуры и физико-механических характеристик полученных материалов подтверждает это. Необходимо отметить, что разработанный состав полимерной основы может служить для получения на базе его подошв обуви монолитной структуры или при наполнении композиции различными волокнами или дисперсными частицами для получения волокнисто-наполненных структур.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны состав для получения гранулята из отходов ППУ и состав полимерной

основы с минимальным количеством ингредиентов, включающий, помимо гранулята отходов ППУ, стабилизатор и пластификатор композиции.

2. Разработана технологическая схема получения гранулята и установлены режимы для получения гранулята и полимерной основы.

3. Установлены причины, не позволяющие получить однородную структуру гранулята при однократной экструзии.

4. С целью подтверждения возможности изготовления из гранулята отходов ППУ материалов для подошв обуви получены пробные отливки образцов материалов, проведены исследования их свойств и проанализированы полученные характеристики свойств, а также структура образцов. Установлено, что структура полученных материалов удовлетворяет требованиям к структурам материалов аналогичного назначения и физико-механические характеристики соответствуют значениям, регламентированным для подошв обуви.

Научная значимость работы заключается в разработке новых материалов для подошв обуви с использованием отходов производства, а также в возможности дальнейшего прогнозирования их физико-механических и эксплуатационных свойств.

Практическая значимость исследования заключается:

- в получении стабильного по свойствам гранулята и изделий с заданным комплексом свойств;
- снижении себестоимости обуви (социальный эффект);
- снижении количества ввозимого из-за рубежа полиуретана (импортозамещение);
- частичной утилизации отходов полиуретанов.

Перспективами дальнейших исследований по данной проблеме является апробация возможности использования различных видов ингредиентов (порообразователей, наполнителей и пр.) для получения материалов для подошв обуви с определенной структурой и эксплуатационными свойствами.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Возможности рециклинга вторичных термопластичных полиуретанов / Я. П. Казусик, О. М. Касперович, Л. А. Ленартович, А. Ф. Петрушеня // Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефтегазовой и пищевой промышленности : сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф., посв. 30-летию Ташкентского химико-технологического института (25–26 мая 2021 г., г. Ташкент). Ташкент : ТХТИ, 2021. С. 404–405.
2. Синтез полиуретанов: вторичные полиолы // NC. Newchemistry.ru : офиц. сайт. URL: https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=1511 (дата обращения: 02.11.2023).
3. Шварц О., Эбелинг Ф.-В., Фрут Б. Переработка пластмасс : практическое руководство. СПб. : Профессия, 2005. 320 с.
4. Гранулят для производства материалов и деталей низа обуви с прогнозируемыми эксплуатационными свойствами : отчет о НИР (заключительный) : 2020-Г/Б-356 / ВГТУ ; науч. рук. А. Н. Буркин. Витебск, 2020. 98 с.
5. Радюк А. Н., Буркин А. Н. Материалы для низа обуви на основе гранулята вторичного полиуретана // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы : сб. материалов XXIII Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2020» (20–23 октября 2020 г., г. Иваново). Иваново : ИВГПУ, 2020. С. 432–436.
6. Перечень нормативно-технических документов на отходы // Отходы.ру : офиц. сайт. URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=329> (дата обращения: 11.11.2023).
7. Реестр по использованию отходов // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь : офиц. сайт. URL: <https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Reestr-litsenziaty-otxody-1.doc> (дата обращения: 11.11.2023).
8. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь. Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь // pravdo.by : офиц. сайт. URL: <https://pravdo.by/document/?guid=12551&p0=W21934631p&p1=1> (дата обращения: 14.11.2023).
9. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов : монография / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков, Г. Н. Солтовец. Витебск : ВГТУ, 2001. 173 с.
10. По заданию 8.4.2.4 ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» : Теоретические и экспериментальные методы оценки структуры и свойств композиционных материалов на полимерной матрице из полиуретанов : отчет о НИР (промежуточный) : 2021-Г/Б-368 / ВГТУ ; науч. рук. А. Н. Буркин. Витебск, 2021. 73 с.
11. Радюк А. Н., Козлова М. А., Буркин А. Н. Технологии получения материалов для подошв обуви на основе вторичных полиуретанов // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2020. № 2(39). С. 68–79.

REFERENCES

1. Kazusik Ya. P., Kasperovich O. M., Lenartovich L. A., Petrushenya A. F. Opportunities of recycling of secondary thermoplastic polyurethanes*. *Aktual'nye problem innovacionnyh tehnologij v razvitii himicheskoj, neftegazovoj i pishhevoj promyshlennosti : sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvjashhennoj 30-letiju Tashkentskogo himiko-tehnologicheskogo instituta* [Actual problems of innovative technologies in the development of chemical, petroleum-gas and food-processing industries : proceedings of the International Scientific and Technical Conference dedicated to the 30th anniversary of the Tashkent Chemical-Technological Institute]. Tashkent, Tashkent ins. of chem. tech. Publ., 2021. P. 404–405. (In Russ.)
2. Synthesis of polyurethanes: secondary polyols. NC. Newchemistry.ru. URL: https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=1511 (accessed 02.11.2023). (In Russ.)
3. Schwarz O., Ebeling F.-W., Fruth B. *Plastics Recycling: a practical guide*. Saint Peterburg, Professiya Publ., 2005. 320 p. (In Russ.)
4. *Granulyat dlya proizvodstva materialov i detalej niza obuvi s prognoziruemyimi ekspluatacionnymi svojstvami: otchet o NIR (zakljuchitel'nyj)* [Granulate for production of materials and parts of shoe bottoms with predictable operational properties : research report (final)*] : 2020-G/B-356 / EI “VSTU”; scientific supervisor. A. N. Burkin. Vitebsk, 2020. 98 p. (In Russ.)
5. Radyuk A. N., Burkin A. N. Materials for bottom shoes based on secondary polyurethane granulate. *Fizika voloknistyh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tehnologii I materialy: sbornik materialov HXIII Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo foruma “SMARTEX-2020”* [Physics of Fibrous Materials: Structure, Properties, Science Intensive Technologies and Materials: forum proceedings XXIII In-

- ternational Scientific and Practical Forum “SMARTEX-2020”]. Ivanovo, Ivanov. St. Politeh. Univ. Publ., 2020. P. 432–436. (In Russ).
6. List of normative and technical documents on waste*. Waste.ru : the official website. URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=329> (accessed 11.11.2023). (In Russ.)
 7. Waste to Site. Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Republic of Belarus : the official website. URL: <https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Reestr-litsenziaty-otxody-1.doc> (accessed 11.11.2023). (In Russ.)
 8. Nationwide Classifier of the Republic of Belarus. Classifier of wastes generated in the Republic of Belarus*. Parvo.by : the official website. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21934631p&p1=1> (accessed 14.11.2023). (In Russ.)
 9. Burkin A. N., Matveev K. S., Smelkov V. K., Soltovec G. N. Footwear materials from polyurethane foam wastes. Vitebsk, Vitebsk St. Technol. Univ. Publ., 2001, 173 p. (In Russ.)
 10. According to the task 8.4.2.4 GPNI “*Materialovedenie, novye materialy I tehnologii*”: *Teoreticheskie i jeksperimental’nye metody ocenki struktury I svojstv kompozicionnyh materialov na polimernoj matrice iz poliuretanov: otchet o NIR (promezhutochnyj)* [GPNI “Material science, new materials and technologies”*: Theoretical and experimental methods of assessment of structure and properties of composite materials on polymer matrix of polyurethanes: research report* (interim)] : 2021-G/B-368. Vitebsk St. Technol. Univ., scientific supervisor A. N. Burkin. Vitebsk, 2021. 73 p. (In Russ.)
 11. Radyuk A. N., Kozlova M. A., Burkin A. N. Technologies for Producing Materials for Shoe Sole Based on Secondary Polyurethanes. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Vitebsk State Technological University]. 2020;2(39):68–79. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 7.02.2024
Принята к публикации 6.03.2024

* Перевод названия источника выполнен автором статьи / Translated by author of the article.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Научная статья

УДК 677.11.051

EDN ZVLUQA

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-40-44

Леонид Валентинович Мочалов¹

Владимир Георгиевич Дроздов²

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

¹ mochalov-leo@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3292-0519>

² vladimir.drozдов.45@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЯЛЬНО-ТРЕПАЛЬНЫМ АГРЕГАТОМ

Аннотация. В данной статье рассмотрены программы MATLAB и MasterSCADA, возможность их совместного применения. Для решения данной задачи использовались пакеты Fuzzy Logic Toolbox, Neural Network Toolbox, используемые в MATLAB, которые позволяют реализовать модель управления технологическим процессом. В программе реализована возможность обеспечения связи со SCADA-системой OPC Toolbox, позволяющей обеспечивать взаимодействие компонентов системы средствами протокола OPC. Разработана структурная схема системы управления мяльно-трепальным агрегатом, которая через исполнительные устройства воздействует на объект управления. Для реализации системы автоматизированного управления процессом мятья предлагаются: спектрофотометр ближнего инфракрасного диапазона MATRIX-E/DUPLEX Q412/A, контроллер ОБЕН ПЛК, частотные преобразователи ОБЕН.

Ключевые слова: мяльно-трепальный агрегат, производство длинного льноволокна, SCADA-система, спектрофотометр ближнего инфракрасного диапазона, управление технологическим процессом, автоматизированная система управления, исполнительные устройства

Для цитирования: Мочалов Л. В., Дроздов В. Г. Моделирование автоматической системы управления мяльно-трепальным агрегатом // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 40–44. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-40-44>.

Original article

Leonid V. Mochalov¹

Vladimir G. Drozdov²

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

SIMULATION OF AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR A GRINDING MACHINE

Abstract. This article discusses the MATLAB and MasterSCADA programs and the possibility of their joint application. To solve this problem, we used packages Fuzzy Logic Toolbox, Neural Network Toolbox, used in MATLAB that allow us to implement a process control model. The program implements the possibility of providing communication with the OPC Toolbox SCADA system, which allows for the interaction of system components using the OPC protocol. A block diagram of the control system of the pulverised unit has been developed, which acts on the control object through actuators. To implement an automated control system for the crumpling process, the following are offered: MATRIX-E/DUPLEX Q412/A near-infrared spectrophotometer, ARIES PLK controller, ARIES KIPPRIBO frequency converters.

Keywords: grinding machine, production of long flax fibre, SCADA system, near-infrared spectrophotometer, process control, automated control system, actuators

© Мочалов Л. В., Дроздов В. Г., 2024

For citation: Mochalov L. V., Drozdov V. G. Simulation of an automatic control system for a grinding machine. *Technologies & Quality*. 2024. No 1(63). P. 40–44. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-40-44>.

Мяльно-трепальный агрегат (МТА) с точки зрения автоматизации является сложным объектом. Это обусловлено наличием целого ряда внешних возмущающих воздействий, дестабилизирующих выходные параметры длинного волокна – его выход и заостренность.

При переработке льнотресты изменения ее свойств может быть эргодичными и стационарными. Однако при переработке большой партии сырья и даже нескольких рулонов изменение свойств носит в основном трендовый характер, что существенно облегчает автоматическое управление производства длинного льноволокна. Эти изменения могут быть представлены в виде системных полиномов, что характерно для колебаний по диаметру стебля, разбросу по комлям и вершинам, отделяемости волокна от древесины и относительной влажности льнотресты.

Изучение влияния отдельных возмущающих воздействий и автоматизация выходных параметров для компенсации влияния возмущающих воздействий проведено в работах В. Г. Дроздова, Ю. В. Дроздова, С. С. Петрова, А. С. Ефремова, В. Н. Голубева, А. Е. Мазохина, Л. В. Мочалова [1–9].

По определенным технологическим операциям производства длинного льноволокна вопросы автоматизации были принципиально решены. Так, в работе Ю. В. Дроздова была

проведена разработка системы автоматического контроля структурных параметров движущегося слоя льнотресты, при этом предложено применить систему индуктивных датчиков, соединенных рычагами с дисками, взаимодействующими со слоем льнотресты [9].

Изменение относительной влажности и отделяемости волокна от древесины предложено проводить с помощью ИК-спектрометра промышленного исполнения (в ближнем диапазоне) [2–9]. Полученная информация используется для управления технологическими процессами производства длинного льноволокна. Полученные математические модели в работах [1–9] применяются для управления технологическими процессами.

Целесообразность использования нейросетевого анализа для управления технологическими параметрами льнотресты доказана в работах [1–9]. Для разработки нейронной сети разработана обучающая выборка, а также фазификация входных данных.

Для комплексной автоматизации агрегата необходимо применение нейросетевой технологии, предполагающей моделирование технологического процесса получения длинного льноволокна и варианта системы автоматического управления по отдельным каналам.

В качестве объекта моделирования рассматривается МТА. Общая схема системы управления представлена на рис. 1.

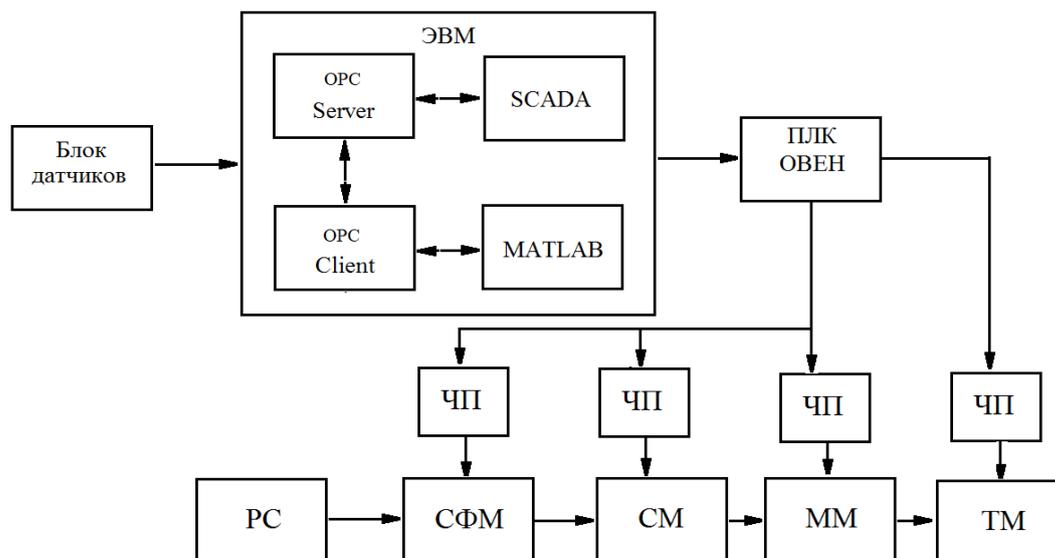


Рис. 1. Общая схема системы управления мяльно-трепальным агрегатом:
 ЧП – частотный преобразователь; РС – раскладочный стол; СФМ – слоеформирующая машина;
 СМ – сушильная машина; ММ – мяльная машина; ТМ – трепальная машина

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) производства длинного волокна предназначена для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический процесс [5].

Технологический объект управления (ТОУ) – совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим инструкциям или регламентам технологического процесса производства. К технологическому оборудованию управления относятся: РС – раскладочный стол, СФМ – слоеформирующая машина, СМ – сушильная машина, ММ – мяльная машина, ТМ – трепальная машина.

Функционирующий ТОУ и управляющая им АСУТП образуют автоматизированный технологический комплекс (АТК).

Блок датчиков включает индуктивные датчики в системе оптимизации автоматического положения слоя стеблей при его технологической обработке на МТА, датчики ИК-спектрометрии для автоматического контроля отделяемости, относительной влажности, разрывной нагрузки, а также систему технического зрения для контроля дезориентации стеблей.

Основой программного обеспечения являются пакеты SCADA и MATLAB [10]. На этом уровне осуществляется контроль за производством продукции. Существуют следующие SCADA-системы: Citect7, Zenon 6, Master, TraceMode 6, MasterSCADA, WinCCFlexible. Определенный интерес в нашем случае представляет MasterSCADA – самая популярная отечественная SCADA-система. MATLAB и SCADA устанавливаются на операционную систему Windows.

MasterSCADA – программный пакет, необходимый для проектирования систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) мяльно-трепальным агрегатом. Один из критериев выбора MasterSCADA – список поддерживаемых коммуникаций. То есть SCADA, с одной стороны, техническое средство (далее контроллер), с другой – система, которая должна поддерживать одинаковый протокол (или протоколы) промышленной сети. Выбираем сеть, которая уже интегрирована в контроллер. В этом случае при выборе SCADA учитывают наличие данных протоколов в перечне коммуникационных драйверов. При интеграции продуктов одного производителя наличие в SCADA-программе драйверов связи с необходимыми контроллерами очевидна.

MATLAB – пакет прикладных программ, необходимый для решения задач технических

вычислений [2]. Для реализации управления технологическим процессом производства льняного волокна использовались следующие пакеты:

- 1) нейронная сеть (*Neural Network Toolbox*) – инструменты для синтеза и анализа нейронных сетей;
- 2) нечеткая логика (*Fuzzy Logic cToolbox*) – инструменты для построения и анализа нечетких множеств.

Кроме того, в программе реализована возможность обеспечения связи со SCADA-системой (*OPC-Toolbox*), позволяющая обеспечивать взаимодействие компонентов системы средствами протокола (OPC). OPC – это открытая технология связи (*Open-Connectivity*) в области промышленной автоматизации и управления производством. В общем случае технология OPC обеспечивает одному приложению (OPC-Клиенту) доступ к данным процесса другого приложения (OPC-Серверу) посредством стандартного набора COM-интерфейсов.

Нижним уровнем САУ является уровень датчиков и исполнительных механизмов, которые устанавливаются непосредственно на технологических объектах.

В предлагаемой схеме (см. рис. 1) блок датчиков состоит из промышленного спектрофотометра ближнего инфракрасного диапазона с тремя выносными датчиками, с помощью которых контролируется отделяемость волокна от древесины, относительная влажность, разрывная нагрузка, индуктивных датчиков, системы технического зрения, промышленного компьютера, на котором установлено программное обеспечение: MasterSCADA и MATLAB, ПЛК ОВЕН, частотных регулируемых приводов, установленных на каждой машине (исполнительных механизмов), датчиков, размещенных на каждой технологической операции. С датчиков ИК-спектрометра сигнал поступает в управляющее устройство, в котором происходит обработка данных.

В связи с варьированием свойств сырья по параметрам отделяемости волокна от древесины, относительной влажности, разрывной нагрузки установлен их средний доверительный интервал, который равен $\pm 0,82$ ед., $\pm 1,7\%$, $\pm 0,79$ даН соответственно. В связи с инерционностью системы в контроллерах предусмотрена фильтрация высокочастотной составляющей по контролируемым параметрам. Память позволяет сохранить поступившие данные из фильтра. Таким образом, выполняется следующее условие: если поступивший сигнал в фильтр с датчиков превышает заданный уровень (в данном случае заданный

доверительный интервал), то данные записываются в память, а затем поступают в регулятор, построенный на базе нейронных сетей (НС).

С помощью индуктивных датчиков осуществляется контроль структурных параметров движущегося слоя льнотресты. Система технического зрения обеспечивает контроль дезориентации стеблей.

Посредством протокола OPC происходит взаимодействие программ: MasterSCADA и MATLAB. MATLAB обеспечивает реализацию алгоритма управления. Регулировка частоты вращения двигателей осуществлялась с использованием частотных преобразователей ОВЕН.

Рекомендуется в качестве управляющего устройства использовать контроллер ОВЕН ПЛК, который выполняет различные функции управления: измерение аналоговых сигналов тока или напряжения, измерение дискретных входных сигналов, управление дискретными (релейными) выходами, управление аналоговыми выходами, прием и передача данных по интерфейсам RS-485, RS-232, Ethernet.

При реализации на практике величины относительной влажности, отделяемости волокна от древесины и разрывной нагрузки льнотресты могут быть измерены с помощью линейки промышленных спектрофотометров ближнего инфракрасного диапазона MATRIX-E/DUPLEX, например, с помощью эмиссионного инфракрасного датчика промышленного исполнения Q412/A (рис. 2).

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрено совместное использование программ: MATLAB и MasterSCADA для реализации системы автоматического управления технологическими процессами производства длинного льноволокна.

2. Для мяльно-трепального агрегата как объекта автоматического управления предложена структурная схема управления технологическими процессами.

3. Предложено промышленное оборудование для реализации системы управления технологическими процессами.

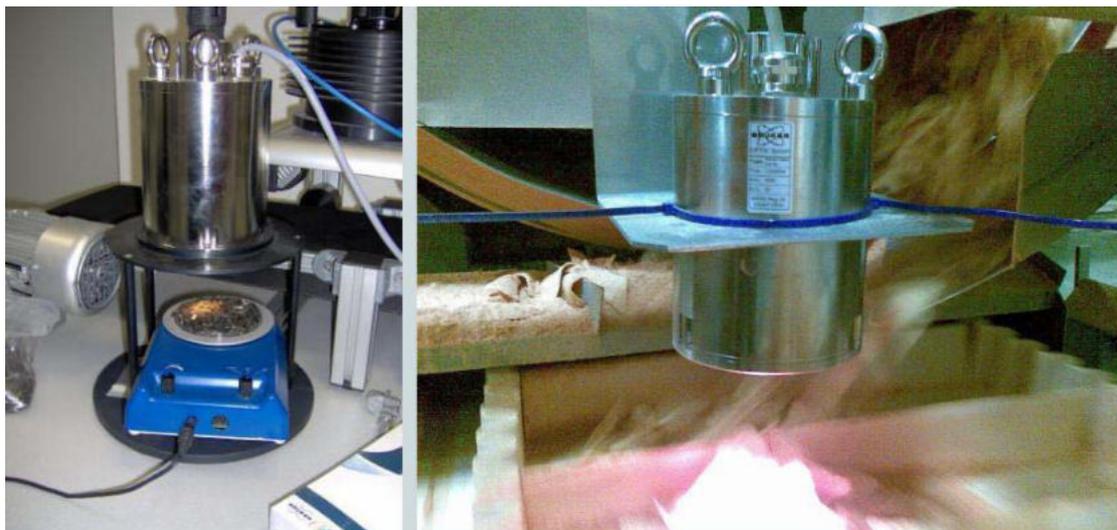


Рис. 2. Эмиссионный инфракрасный датчик промышленного исполнения

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дроздов Ю. В., Петров С. С. Обоснование конструкции механизма контроля параметров движущегося слоя льняной тресты // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института по переработке лубяных культур. Кострома, 2003. № 1. С. 88–92.
2. Дроздов В. Г., Катков А. А., Ефремов А. С. Автоматический контроль влажности льнотресты методом ИК-спектрометрии // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института по переработке лубяных культур. 2007. № 3. С. 52–54.
3. Ефремов А. С., Голубев В. Н., Дроздов В. Г. Определение диаметра стеблей в слое льнотресты // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2008. № 4С. С. 17–19.
4. Дроздов В. Г., Мочалов Л. В. Разработка систем управления процессом мятья в зависимости от влажности и отделяемости льнотресты // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2010. № 1(23). С. 70–72.

5. Мочалов Л. В. Исследование процесса мятья как объекта автоматизации // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2011. № 2(27). С. 51–53.
6. Ефремов А. С., Мочалов Л. В., Дроздов В. Г. Автоматизация технологического процесса мятья в зависимости от влажности и отделяемости // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2010. № 5(326). С. 118–120.
7. Дроздов В. Г., Мозохин А. Е. Практическая реализация системы оптимизации режимов обработки льнотресты в процессе трепания // Научные труды молодых ученых КГТУ. Вып. 13. 2012. С. 6–10.
8. Мочалов Л. В., Дроздов В. Г., Коновалов В. В. Обоснование принципа управления мяльно-трепальным агрегатом // Технологии и качество. 2018. № 2(40). С. 39–42.
9. Дроздов В. Г., Дроздов Ю. В. Автоматизация мяльно-трепального агрегата : учеб.-метод. пособие. Кострома : Костром. гос. технол. ун-т, 2005. 34 с.
10. MATLAB. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MATLAB> (дата обращения: 10.10.2023).

REFERENCES

1. Drozdov Yu. V., Petrov S. S. Substantiation of the design of the mechanism for controlling the parameters of the moving layer of the linen trust. Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta po pererabotke lubyanyh kul'tur [Bulletin All-Russian of the Scientific Research Institute for the processing of bast crops]. Kostroma, 2003;1:88–92. (In Russ.)
2. Drozdov V. G., Katkov A. A., Efremov A. S. Automatic humidity control of flax by IR spectrometry. Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta po pererabotke lubyanyh kul'tur [Bulletin All-Russian of the Scientific Research Institute for the processing of bast crops]. Kostroma, 2007;3:52–54. (In Russ.)
3. Efremov A. S., Golubev V. N., Drozdov V. G. Determination of the diameter of the stems in the flax layer. Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2008;4C:17–19. (In Russ.)
4. Drozdov V. G., Mochalov L. V. Development of systems for controlling the process of crumpling depending on humidity and separability of flax. Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of Kostroma State Technological University]. 2010;1(23):70–72. (In Russ.)
5. Mochalov L. V. Investigation of the mint process as an object of automation. Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of Kostroma State Technological University]. 2011;2(27):51–53. (In Russ.)
6. Efremov A. S., Mochalov L. V., Drozdov V. G. Automation of the technological process of mint depending on humidity and separability. Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2010;5(326):118–120. (In Russ.)
7. Drozdov V. G., Mozokhin A. E.. Practical implementation of the system for optimizing the modes of processing flax in the process of flapping. Scientific works of young scientists of KSTU. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ., 2012. P. 6–10. (In Russ.)
8. Mochalov L. V., Drozdov V. G., Kononov V. V. Substantiation of the principle of control of a meatrepan unit. Tekhnologii i kachestvo [Technologies & Quality]. 2018;2(40):39–42. (In Russ.)
9. Drozdov V. G., Drozdov Yu. V. Automation of the grinding machine. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ., 2005. 34 p. (In Russ.)
10. MATLAB. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MATLAB> (accessed 10.10.2023). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 30.10.2023
Принята к публикации 6.03.2024

ДИЗАЙН

Научная статья

УДК 671 +67.1

EDN SYSDNC

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-45-51

Сергей Ильич Галанин¹

Артем Алексеевич Романов²

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

¹ sgalanin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

² romanovart777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3744-3740>

НЕТРАДИЦИОННЫЕ И НЕСТАНДАРТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа исторического и современного использования нетрадиционных и нестандартных материалов в ювелирных украшениях. Рассмотрены отличия ювелирных украшений от бижутерии – взгляд на эти различия со стороны ювелиров и законодателей. Представлена классификация материалов по их применению и генезису. Рассмотрены различия нетрадиционных материалов и нестандартных, особенности их использования и большое разнообразие. Показано, что применение нестандартных материалов во многом обусловлено следованием тенденциям «современного» искусства и желанием эпатазировать публику, что все нетрадиционные материалы в прошлом были традиционными, кроме новых, синтезированных в результате научно-технического развития.

Ключевые слова: ювелирные украшения, бижутерия, нетрадиционные материалы в ювелирных украшениях, нестандартные материалы в ювелирных украшениях, классификация нетрадиционных и нестандартных материалов, дизайн, генезис

Для цитирования: Галанин С. И., Романов А. А. Нетрадиционные и нестандартные материалы в ювелирных украшениях: история и современность // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 45–51. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-45-51>.

Original article

Sergey I. Galanin¹

Artem A. Romanov²

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

NON-TRADITIONAL AND NON-STANDARD MATERIALS IN JEWELLERY: HISTORY AND MODERNITY

Abstract. The article presents the results of the analysis of historical and contemporary use of non-traditional and non-standard materials in jewellery. The differences between jewellery and costume jewellery – the view of jewellers and lawmakers on these differences – are considered. Classification of materials by their application and genesis is presented. Distinctions of non-traditional materials from non-standard materials, peculiarities of their use and great variety are considered. It is shown that the use of non-standard materials is largely due to following the trends of “modern” art and the desire to shock or scandalise the public, that all non-traditional materials used to be traditional in the past, except for new ones synthesised as a result of scientific and technological development.

Keywords: jewellery, costume jewellery, non-traditional materials in jewellery, non-standard materials in jewellery, classification of non-traditional and non-standard materials, design, genesis

For citation: Galanin S. I., Romanov A. A. Non-traditional and non-standard materials in jewellery: history and modernity. *Technologies & Quality*. 2024. No 1(63). P. 45–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-45-51>.

Возраст первых бус и браслетов из ракушек составляет около 100–135 тысяч лет. Древние украшения делали из всех доступных подручных материалов: раковин моллюсков, камней, цветов, костей, рогов, клыков, перьев и сухожилий животных. Это были примитивные браслеты и бусы, скрепляющие застежки для шкур, кулоны в виде маленьких статуэток с отверстием, которые носились в основном не с эстетической целью, а использовались в качестве оберегов, талисманов, приносящих удачу на охоте, опознавательных знаков. Многие из них имели сакральное значение. Иногда их расписывали растительными красками. В древности украшения носились в основном мужчинами и говорили о принадлежности к определенному роду и положению человека в обществе. Первые предметы, похожие на привычные нам украшения, появились около 5000–6000 лет назад [1].

Первые материалы для украшений были естественного происхождения, и тогда они были традиционными, в отличие от нашего времени.

Анализ применения нетрадиционных и нестандартных материалов

К *нетрадиционным материалам* в ювелирных украшениях будем относить те, применение которых по разным причинам ограничено. К *нестандартным* – материалы, которые никогда не относились и не относятся к ювелирным.

На круглом столе, проведенном в Российской академии художеств 21 марта 2019 г., отмечалось, что, во-первых, все нетрадиционные материалы в прошлом были традиционными, кроме новых материалов, изобретенных в результате научно-технического развития; во-вторых, любые материалы – это выразительные средства художественного языка и символические смыслы, но иногда – вынужденная потребность (например, в России после революции ювелиры были отстранены от драгметаллов) [2].

Многие задаются вопросом, почему в современном мировом ювелирном искусстве набирает популярность тенденция использования нетрадиционных и нестандартных материалов в ювелирных украшениях. В основе их использования, несомненно, лежит борьба за потребителя и рынки сбыта, стремление занять новую торговую нишу на рынке ювелирных изделий. Здесь можно выделить четыре параллельно развивающихся направления:

1) стремление эпатировать публику авангардными решениями и высокой модой, которая

отмечена с 1980-х годов и продолжает прогрессировать вплоть до весьма абсурдных дизайнерских изысков [3];

- 2) производители ювелирных украшений экстра-класса столкнулись с необходимостью снижения стоимости изделий в условиях мирового кризиса, что и привело к использованию более дешевых материалов;
- 3) применение нетрадиционных материалов позволяет ювелирам выделиться из среды себе подобных, ярко заявить о себе [4];
- 4) использование в качестве материалов отходов (металлических банок и крышек, пластиковых бутылок и др.), т. е. его можно назвать «экологическим» направлением, находящимся в модном тренде защиты окружающей среды. Четвертое направление может охватывать и три первых, так как перечень используемых материалов весьма широк и постоянно расширяется.

Взгляд современного человека на красоту изменился, стремление следовать моде и выделяться из толпы растет. Чтобы не отставать от моды и позволить каждому выразить свою индивидуальность, ювелирные бренды взяли за создание изделий, ценность которых не столько материальная, сколько эстетическая [5].

Естественен вопрос, как использование в изделии определенных материалов изменяет статус украшения от ювелирного к бижутерии. «Ювелирные украшения – это не наличие драгоценных камней и металлов, а уникальная идея, дизайн и ювелирная работа», – было заявлено еще в 2008 г. на ювелирной конференции в г. Виченца, Италия. В современном мире у ювелиров огромный выбор материалов для использования, и зачастую очень ювелирное изделие несмотря на то, что в нем использованы недорогие материалы, может стать даже очень драгоценным по причине раскрученного бренда, супер-дизайна и по-настоящему ювелирной работы [6, 7].

На основании Положения [8] к ювелирным изделиям относятся изделия, изготовленные из драгоценных металлов и их сплавов с использованием различных видов художественной обработки, со вставками из драгоценных, полудрагоценных, поделочных, цветных камней и других материалов природного или искусственного происхождения или без них.

К изделиям ювелирной бижутерии относятся изделия, изготовленные из недорогих

материалов, с покрытием драгоценными металлами, со вставками из полудрагоценных, поделочных, цветных камней и других материалов природного или искусственного происхождения или без них, применяемые в качестве различных украшений, предметов быта, предметов культа и/или для декоративных целей, а также для выполнения различных ритуалов и обрядов.

К изделиям металлической галантереи относятся изделия, изготовленные из недрагоценных материалов, со вставками из полудрагоценных, поделочных, цветных камней и других материалов природного или искусственного происхождения или без них, применяемые в качестве различных украшений, предметов быта, предметов культа и/или для декоративных целей, а также для выполнения различных ритуалов и обрядов.

К драгоценным металлам, на основании Федерального закона № 41-ФЗ [9], относятся золото, серебро, платина и металлы платиновой группы (палладий, иридий, родий, рутений и осмий), а к природным драгоценным камням – природные алмазы, изумруды, рубины, сапфиры и александриты, а также природный жемчуг в сыром (естественном) и обработанном виде. К драгоценным камням приравниваются уникальные янтарные образования в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Иногда грань между нетрадиционными и нестандартными (альтернативными) материалами незаметна. Нестандартные материалы стали широко применяться относительно недавно в период расцвета стиля авангард в ювелирном искусстве. Это одно из ответвлений так называемого современного искусства, когда стремление к эпатажу стало доминантой при создании украшений. Такие материалы трудно отнести к ювелирным, ими может стать любой окружающий нас предмет или материал, все зависит от желания автора. Использование большинства таких материалов достаточно ограничено, круг потребителей – приверженцы нетрадиционного взгляда на искусство и украшения.

В России потребители весьма консервативны, за исключением некоторых групп «продвинутой» молодежи, которая в основном концентрируется в мегаполисах – Москве и Санкт-Петербурге. Им интересны конструктивные изыски, трансформации изделий и элементов, использование уникальных материалов и технологических приемов. Главное, чтобы изделия были эргономичны, «носибельны». Стремление эпатировать окружающих им в общей массе не свойственно [3].

Классифицировать нетрадиционные и нестандартные материалы можно по различным признакам.

Классификация по применению

1. Материалы, которые используются на протяжении многих веков, но так и не стали широко распространенными в современных ювелирных изделиях и используются в основном в малосерийных и эксклюзивных украшениях (дерево, перья, рога и кости различных животных, раковины моллюсков).

2. Материалы, которые ранее использовались, но затем были забыты по разным причинам, а при накоплении знаний о них вновь стали востребованы (алюминий) (рис. 1) [10].

3. Материалы, использующиеся в изделиях стиля авангард, для эпатажа публики, чтобы выделиться из общей массы производителей (старые газеты, цветные карандаши, застёжки-молнии, металлический крепеж и метизы, зубочистки, полимеры и пластмассы, бумага, картон, папье-маше и др.) (рис. 2) [11].

4. Материалы под общим названием «экоматериалы», из переработанных отходов или вторичного их использования (пластиковые бутылки, металлические банки, крышки от бутылок, переработанные холодильники, дверные ручки и автомобильные двигатели и др.) [11].

5. Материалы, которые недавно были синтезированы и поэтому их применение не имеет богатой истории, но по применению могут во многом совпадать с традиционными (в основном синтетические материалы и камни с новыми необычными свойствами).

6. Smart «умные» или digital «цифровые» материалы, являющиеся функциональными активными или пассивными электронными устройствами и придающие ювелирным украшениям дополнительный функционал (измерители функций организма, реагирующие на состояние, регистрирующие передвижение и эмоции владельца изменением цвета или музыкальным сопровождением, вибрацией, излучатели, генераторы сигналов и др.).

Классификация по генезису

1. Материалы растительного происхождения (древесина различных пород, в том числе модифицированная и окаменелая, текстиль, мулине, плодовые косточки и шишки различных деревьев, оболочки плодов – кокос, волокна различных растений, прессованный табачный лист и др.).

2. Материалы животного происхождения (рога и кости, перья, кожа различных животных и рыб, насекомые и их части, раковины моллюсков, шерсть и волосы, панцирь черепахи, иглы дикообраза, китовый ус, препарированные скелеты морских обитателей и др.).

3. Материалы органического происхождения (смола, шелк, шелковые нити, стабилизированные и залитые синтетической смолой цветы, пальмовое волокно, ротанг и др.).

4. Материалы петрографического происхождения (друзы, щетки, необработанные кристаллы драгоценных и полудрагоценных камней и минералов, обычные камни и галька, застывшая лава, вулканический пепел, метеориты,

морской песок различных цветов, измельченный и переработанный базальт, лунный грунт и др.) [12, 13].

5. Различные металлы и сплавы (титан, титановое волокно, алюминий, кобальт, вольфрам, молибден, сталь, металл с судна «Титаник», палладий, сплавы золота и серебра уникальных цветов, сплав платины, палладия и серебра и др.) (см. рис. 1) [14–17].



Рис. 1. Украшения с использованием нетрадиционных материалов:
 а – алюминия (Suzanne Syz); б – лавы (David Yurman); в – фарфора (Wallace Chan);
 г – морской гальки (VladGlypin); д – сплава платины, палладия и серебра (Томас Хаусер);
 е – карбона (Fabio Salini) [16]



Рис. 2. Украшения из нестандартных материалов:
 а – из застежек-молний (Кейт Кьюсак, Нью-Йорк); б – из цветных карандашей (Курлежова, Чехия);
 в – из бутылочных крышек (Яов Котик, Израиль); г – из старых газет (Лич Майлс, США);
 д – из пластиковых бутылок (Гульнар Оздаглар, Турция); е – из обычной пряжи [17]

6. Искусственные материалы (ситаллы, стекло и стекловолокно, керамика, фарфор, бумага, бетон, углеродное волокно и др.) [11, 17].

7. Синтетические материалы (полимеры и пластмассы, синтезированные ювелирные камни, в том числе с различными оптическими эффектами, синтетические нити и ткани и др.).

8. Материалы, используемые в качестве покрытий (нанокерамика, покрытия с особыми оптическими эффектами, специальные лаки, конверсионные покрытия, холодные эмали, цветные гальванические покрытия сплавами на основе золота, рутения, родия и др.) [17, 18–20].

9. Композиционные материалы, соединяющие в себе достоинства и свойства нескольких групп (карбон) (см. рис. 1).

10. Старинные артефакты (древние монеты, египетский фаянс, фарфоровые вставки или элементы микромозаики).

ВЫВОД

Таким образом, разнообразие нетрадиционных и нестандартных материалов, используемых в украшениях, весьма разнообразно. Их применение во многом обогащает современный дизайн ювелирных украшений и бижутерии. Перечень применяемых нестандартных материалов постоянно расширяется, благодаря фантазии и изобретательности многочисленных авторов «украшений». Хотя подавляющее большинство таких «украшений», отражающих широту взглядов апологетов «современного» искусства, достаточно трудно отнести к ювелирным ни по стоимости, ни по используемым технологиям.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сквозь тысячелетия: история развития ювелирных украшений // *Diamant* : сайт. URL: <https://diamant.ua/ru/articles/skvoz-tysyacheletiya-istoriya-razvitiya-yuvelirnykh-ukrashenij> (дата обращения: 01.11.2023).
2. Что думать о нетрадиционных материалах: итоги круглого стола в Академии художеств // *Junwex* : сайт. URL: <https://junwex.comnews/drugie-novosti/chto-dumat-o-netradiczionnyix-materialax-itogi-kruglogo-stola-v-akademii-xudozhestv.html> (дата обращения: 01.11.2023).
3. Гамзатова П. Р. Русское ювелирное искусство 1980–2000-х годов. Чувства, переживания, фантазии человека. От рок-культуры до эмоциональной усталости. М. : ЛЕНАНД, 2023. 200 с.
4. Использование нестандартных материалов в украшениях // *Vsedragocnosti.ru* : сайт. URL: <http://vsedragocnosti.ru/ispolzovanie-nestandartnyh-materialov-v-ukrasheniyah> (дата обращения: 01.11.2023).
5. Перец К. За гранью традиций: новые материалы в ювелирном искусстве // *Katerinaperez.com* : сайт. URL: <https://www.katerinaperez.com/ru/articles/za-granyu-traditsiy-novye-materialy-v-yuvelirnom-iskusstve> (дата обращения: 01.11.2023).
6. Тренды и нетрадиционные материалы // *Ювелирный интернет-магазин* : офиц. сайт. URL: <https://sunlight.net/wiki/trendy-i-netraditsionnye-materialy.html> (дата обращения 01.11.2023).
7. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Ювелирный бренд, технология и материалы: есть ли связь? // *Дизайн. Теория и практика*. 2010. № 5. С. 114–126.
8. Положение о порядке отнесения изделий, содержащих драгоценные металлы, к ювелирным : утв. Приказом Роскомдрагмета от 30.10.1996 № 146 // СПС «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13379 (дата обращения: 02.11.2023).
9. Федеральный закон от 26.03.1998 № 41-ФЗ «О драгоценных металлах и драгоценных камнях» (с изм. на 11.06.2021) : [принят Государственной Думой 4 марта 1998 г. : одобрен Советом Федерации 12.03.1998] // *Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901704628> (дата обращения: 02.11.2023).
10. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственный университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
11. Необычные материалы для создания украшений // *Spicami.ru* : сайт. URL: <https://spicami.ru/archives/30763> (дата обращения: 02.11.2023).
12. Галанин С. И., Рыбакова И. В., Колупаев К. Н. Особенности российских ювелирных брендов // *Технологии и качество*. 2023. № 3(61). С. 34–43.
13. Галанин С. И., Колупаев К. Н., Лебедева Т. В. Цветовой дизайн ювелирно-художественных изделий: проблемы и решения // *Технологии и качество*. 2023. № 2(60). С. 36–42.
14. Галанин С. И., Ляпина А. С. Колористические характеристики ряда цветных металлов и сплавов для ювелирных изделий и бижутерии // *Технологии и качество*. 2017. № 2(38). С. 29–35.

15. Галанин С. И., Ляпина А. С. Исследование колористических характеристик недрагоценных металлов и сплавов для ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. 2018. № 1(39). С. 17–24.
16. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Титан в ювелирных украшениях и бижутерии // Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 59–64.
17. Савельева Ю. Титанический труд // Theblueprint.ru : сайт. URL: <https://theblueprint.ru/fashion/industry/uvelnirnyj-materiali> (дата обращения: 02.11.2023).
18. Лебедева Т. В., Галанин С. И., Музыкантова М. Э. Холодные оксидные эмали как дизайн-решение поверхности ювелирных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2017. № 1. С. 5–11.
19. Галанин С. И., Висковатый И. С., Гладий Ю. П. Декоративное электрохимическое анодирование поверхности сплава серебра 925 пробы // Технология художественной обработки материалов : сб. трудов XVIII Всерос. науч.-практ. конф. и смотра-конкурса творческих работ студентов, аспирантов и преподавателей / под ред. С. И. Галанина. Кострома : Костром. гос. технол. ун-т, 2015. С. 56–65.
20. Галанин С. И., Собельман Е. Д. Исследование декоративных свойств цветных гальванических покрытий на поверхности серебра // Дизайн. Теория и практика. 2010. № 5. С. 16–30.

REFERENCES

1. Through the millennia: the history of jewelry development*. URL: <https://diamant.ua/ru/articles/skvoztysyacheletiya-istoriya-razvitiya-yuvelirnykh-ukrashenij> (accessed 01.11.2023). (In Russ.)
2. What to think about non-traditional materials: the results of the round table at the Academy of Arts. URL: <https://junwex.com/news/drugie-novosti/chto-dumat-o-netradiczionnykh-materialax-itogi-kruglogo-stolav-akademii-xudozhestv.html> (accessed 01.11.2023). (In Russ.)
3. Gamzatova P. R. Russian jewelry art of 1980–2000s. Feelings, Experiences, Human Fantasies. From rock-culture to emotional fatigue. Moscow, LENAND Publ., 2023. 200 p. (In Russ.)
4. The use of non-standard materials in jewelry. URL: <http://vsedragocennosti.ru/ispolzovanie-standartnykh-materialov-v-ukrasheniyah> (accessed 01.11.2023). (In Russ.)
5. Peretz K. Beyond Traditions: New Materials in Jewelry Art. URL: <https://www.katerinaperez.com/ru/articles/za-granyu-traditsiy-novye-materialy-v-yuvelirnom-iskusstve> (accessed 01.11.2023). (In Russ.)
6. Trends and non-traditional materials. URL: <https://sunlight.net/wiki/trendy-i-netraditsionnye-materialy.html> (accessed 01.11.2023). (In Russ.)
7. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Jewelry brand, technology and materials: is there a connection. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and Practice]. 2010;5:114–126. URL: <https://elibrary.ru> (accessed 01.11.2023). (In Russ.)
8. Regulations on the Procedure for Attributing Products Containing Precious Metals to Jewelry, approved by Order of Roskomdragmet of 30.10.1996 No. 146. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13379 (accessed 01.11.2023) (In Russ.).
9. Federal Law of 26.03.1998 N 41-FZ “On Precious Metals and Precious Stones” (as amended on June 11, 2021): [adopted by the State Duma on March 4, 1998: approved by the Federation Council on March 12, 1998]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901704628> (accessed 01.11.2023) (In Russ.).
10. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostrom. St. Univ. Publ., 2023. 173 p. 1 CD-ROM. (In Russ.)
11. Unusual materials for creating jewelry. URL: <https://spicami.ru/archives/30763> (accessed 02.11.2023). (In Russ.)
12. Galanin S. I., Rybakova I. V., Kolupaev K. N. Peculiarities of Russian jewellery brands. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;3(61):34–43. (In Russ.)
13. Galanin S. I., Kolupaev K. N., Lebedeva T. V. Color design of jewelry and art products: problems and solutions. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;2(60):36–42. (In Russ.)
14. Galanin S. I., Lyapina A. S. Colouring characteristics of a number of nonferrous metals and alloys for jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2017;2(38):29–35. (In Russ.)
15. Galanin S. I., Lyapina A. S. Research of coloristic characteristics of non-precious metals’ and alloys’ and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2018;1(39):17–24. (In Russ.)

* Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by author’s of the article.

16. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Titanium in jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;1(55):59–64. (In Russ.)
17. Savelyeva Yu. Titanic labor. URL: <https://theblueprint.ru/fashion/industry/uvellirnyj-materiali> (accessed 02.11.2023). (In Russ.)
18. Lebedeva T. V., Galanin S. I., Muzykantova M. E. Cold epoxy enamels as a design solution of jewelry surfaces. *Trudy akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2017;1:5–11. (In Russ.)
19. Galanin S. I., Viskovatyi I. S., Gladiy Yu. P. Decorative electrochemical anodizing of silver alloy surface of 925 silver. *Tekhnologiya hudozhestvennoj obrabotki materialov : sb. trudov XVIII Vseros. nauch.-prakt. konf. i smotra-konkursa tvorcheskikh rabot studentov, aspirantov i prepodavatelej* [Technology of Artistic Processing of Materials. Proceedings of XVIII All-Russian scientific-practical conference and review-contest of creative works of students, graduate students and teachers in the direction]. S. I. Galanin (ed.). Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ., 2015. P. 56–65. (In Russ.)
20. Galanin S. I., Sobelman E. D., Kolupaev K. N. Investigation of the decorative properties of colored electroplated coatings on the surface of silver. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2010;5:16–30. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 10.10.2023
Принята к публикации 6.03.2024

Научная статья
УДК 747.012
EDN AIRYSW
doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-52-57

Алина Викторовна Куклина¹

Мария Сергеевна Кухта²

^{1,2}Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

¹ 20108912@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1804-7475>

² kuhta@tpu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8643-785X>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРЕДПОСЫЛОК К ПОЯВЛЕНИЮ ТЕРМИНА «КОСМИЧЕСКАЯ ЭРГОНОМИКА»

Аннотация. В статье рассмотрены основные причины формирования космической эргономики как обособленной научной дисциплины, так как используемые знания по организации деятельности человека в окружающей его техносфере на Земле существенно отличаются от предметной среды в условиях космического пространства. Состояние невесомости диктует не только новые правила в эргономике, но и ведет к разработке уникальных дизайн-решений для комфортного пребывания человека в космической среде. Космическая эргономика изучает закономерности процессов жизнедеятельности человека в условиях космического полета. Показано, что разработка эргонометрических требований к условиям обеспечения профессиональной деятельности человека в космической среде является важным фактором для успешного проведения космических исследований. Требования включают в себя системы жизнеобеспечения, безопасности, разработку научного и бытового оборудования, дизайна окружающего пространства, а также учет психологических особенностей работы космонавтов.

Ключевые слова: эргономика, дизайн среды, космонавтика, невесомость, профессиональная среда, система, оборудование, техника, авиация

Для цитирования: Куклина А. В., Кухта М. С. Определение основных предпосылок к появлению термина «космическая эргономика» // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 52–57. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-52-57>.

Original article

Alina V. Kuklina¹

Maria S. Kukhta²

^{1,2}Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

DEFINITION OF THE MAIN PREREQUISITES FOR THE EMERGENCE OF THE TERM “SPACE ERGONOMICS”

Abstract. The article discusses the main reasons for the formation of space ergonomics as a separate scientific discipline, since the knowledge used on the organisation of human activity in the surrounding technosphere on Earth differs significantly from the subject environment in outer space. The state of weightlessness dictates not only new rules in ergonomics, but also leads to the development of unique design solutions for a comfortable human stay in the space environment. Space ergonomics studies the laws of human life processes in the conditions of space flight. It is shown that the development of ergonomic requirements for the conditions of human professional activity in the space environment is an important factor for successful space exploration. The requirements include life support systems, safety, development of scientific and household equipment, design of the surrounding space, as well as consideration of psychological features of cosmonauts' work.

Keywords: ergonomics, environmental design, cosmonautics, weightlessness, professional environment, system, equipment, machinery, aviation

For citation: Kuklina A. V., Kukhta M. S. Definition of the main prerequisites for the emergence of the term “space ergonomics”. Technologies & Quality. 2024. No 1(63). P. 52–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-52-57>.

© Куклина А. В., Кухта М. С., 2024

С момента первого полета человека в космос в 1961 году развитие космических технологий стало одной из приоритетных задач научно-технического прогресса. Однако, как и в любой области технической деятельности, важнейшей составляющей является человек – его работоспособность, безопасность и обеспечение комфорта. Именно поэтому научно-исследовательские учреждения по всему миру начали заниматься проблемами человеческого фактора в космической отрасли. Таким образом и появилась наука, которая занимается изучением взаимодействия человека и космической среды – космическая эргономика. Целью данной работы является выявление основных условий формирования космической эргономики как отдельной научной дисциплины.

Эргономика возникла на стыке наук о человеке и технике и была создана лишь после Второй мировой войны, ее развитие началось с модернизации военной техники. В 60-е годы XX века эргономика стала актуальна в разработке транспортных средств, производственного оборудования и космической техники [1]. Эргономика как междисциплинарная наука не пытается занять главенствующее положение в процессе создания технической среды, а выделяет ряд вопросов, решение которых проводится с помощью определенных компетентных отраслей знаний. В результате исследований создаются эргономические требования и стандарты, которые ограничивают допустимые вариации условий деятельности человека в технической системе [2–4].

При проектировании первых космических кораблей многие элементы были заимствованы из авиационной сферы, так как она является самой родственной областью техники для космонавтики. Компетенции и опыт авиаконструкторов помогли ускорить формирование подхода к разработке космической техники. Также стоит отметить, что первыми космическими исследователями были профессиональные летчики, так как большинство конструкторских и дизайнерских решений были взяты из авиационной сферы как наиболее привычные и понятные для будущих исследователей неизведанного космического пространства. Данный шаг был необходим в первую очередь для психологического комфорта космонавтов [5].

Как известно, космическая среда отличается от земной отсутствием гравитации, следовательно, эргономические правила, сформированные и используемые на Земле, практически не применимы в условиях невесомости. Косми-

ческое пространство – это абсолютно новая среда обитания с необходимостью проектирования новых устройств, а также разработки методов взаимодействия в системе «человек – космическая техника». «Вследствие изменения механизма пространственного анализа, перестройки координации движений в невесомости и особенностей биомеханики человека в безопорном положении, – пишут доктора медицинских наук Н. Рудный и И. Пестов, – становятся необходимыми новые инженерно-психологические решения в оборудовании рабочих мест, оснащении их средствами фиксации и перемещения. Меняются также требования к приборному оборудованию, органам управления, рабочему инструментарию, компоновке интерьера» [5]. Космонавтам необходимо управлять космическим кораблем и взаимодействовать с прочей техникой в условиях невесомости, где привычные сенсомоторные координации подвергаются изменениям [6]. Космическая эргономика занимается решением вопросов, связанных с обеспечением жизнедеятельности в процессе космического полета, учитывая проблемы сенсорной депривации, ограниченной двигательной активности, разработкой устройств для космической среды.

Высокая вероятность пребывания человека в нестандартных и опасных для него условиях также повлияла на развитие космической эргономики. Несомненно, космическое пространство – одно из самых опасных и необычных мест обитания для человека. В процессе профессиональной деятельности космонавта требуется совершение усвоенных действий, но также принятие новых, ранее не практикуемых, решений при возникновении непредвиденных обстоятельств. В условиях космической деятельности космонавту приходится самостоятельно осуществлять операции, неверное выполнение которых может привести к гибели экипажа, разрушению отдельных блоков станции, а также многомиллионным убыткам [7].

Проблема вероятности пребывания человека в нестандартных для организма условиях и поиск необходимых средств, обеспечивающих его жизнедеятельность, занимали главное место при подготовке первых космических полетов [8]. Условия космической профессиональной среды сопровождаются высокими требованиями к человеку с необходимостью работы в экстремальных условиях на грани своих психофизиологических возможностей (рис. 1).

Для определения пригодности пилота к полетам необходимо учитывать его физическую и психологическую подготовку для рабо-

ты в непредвиденных экстремальных ситуациях. В случае возникновения подобных условий пилот должен быстро принять решение и выполнить необходимые действия для обеспечения безопасности полета. Для подготовки пилотов к экстремальным ситуациям используются специальные тренажеры, в то время как практическое обучение на реальных полетах считается слишком опасным и нерациональным [10].



Рис. 1. Астронавт-исследователь С. Карпентер проходит испытание с погружением ног в воду со льдом для проверки выносливости и силы воли [9]

Для успешного освоения космоса было необходимо определить роль человека в системе космической эргономики. Ранее считалось, что полное автоматизирование космической техники превзойдет профессиональные компетенции и возможности человека, так как в космическом пространстве помимо отсутствия гравитации появляются и другие трудности: космические корабли перемещаются с высокой скоростью, следовательно, многие сложные задачи необходимо решать в довольно короткие сроки, а также соблюдать выполнение заданной траектории полета в безграничной среде. В ходе первого американского орбитального космического полета астронавт Джон Гленн столкнулся с отказом автоматики и вынужден был перейти на ручной режим посадки корабля. В своем отчете он подчеркнул, что человек может успешно применять свои профессиональные навыки в управлении космическим кораблем, так как часто безопасность в процессе полета и возможность возвращения космонавта на Землю зависит от совершаемых им действий [11].

Человек – это важное функционирующее звено в системе «человек – космический аппарат», так как в отличие от техники он склонен к самоанализу, абстрактному мышлению, имеет возможность адаптации к новым условиям, способен к обучению и передаче имеющихся зна-

ний и опыта. Он может ошибаться, но при этом способен исправлять неверные решения внутри эргономической системы, частью которой он является [9]. В 1966 году система космических кораблей «Джеминай» – «Аджена» потеряла устойчивость после проведения стыковки и начала вращаться. Астронавты Н. Армстронг и Д. Скотт первоначально решили, что ошибки внутри «Аджены» являются причиной потери контроля управления. После безуспешной отправки различных команд этой ракете космонавты стали самостоятельно искать неполадки в корабле. После проведения расстыковки с «Адженой» они нашли сбой в системе стабилизации корабля. Преодолев критическую аварийную ситуацию, Н. Армстронг и Д. Скотт благополучно вернулись на Землю [9].

Основные преимущества и недостатки человека и машины, работающих в единой системе, отображены в таблице. В отличие от техники человек может освоиться в новых условиях, в связи с чем он должен осуществлять следующие задачи:

- 1) выполнять роль оператора (производить точную регулировку и настройку органов управления, работать с оборудованием при выполнении научных исследований);
- 2) проводить наблюдения и фиксировать полученные объективные и субъективные данные;
- 3) принимать решения и корректировать программы действий на основе полученного опыта;
- 4) проводить техническое обслуживание эксплуатируемого оборудования [9].

Также в общую проблематику космической эргономики были включены следующие вопросы:

- формирование методов оценки количества и качества поступающей информации в системе «человек – космический корабль»;
- исследование свойств и качеств человека как получателя информации в условиях космического полета;
- изучение свойств человека как звена в системах управления движением космического корабля и исследование его пропускной способности при нагрузке разнородными операциями и функциями управления в целом;
- оптимизация космических комплексов по степени участия экипажей космических кораблей и наземного персонала в процессах управления;
- изучение характеристик работоспособности экипажей и воздействия различных факторов: внешняя среда, коллективность выполнения операций, утомляемость, степень подготовленности и т. д.;

- выявление требований к отбору и подготовке космонавтов;
- исследование способов повышения качеств человека как элемента в системах управления и формирование эффективных методов его подготовки к определенной деятельности;
- разработка методов моделирования и имитации условий работы космонавта-оператора

- и создание соответствующих экспериментальных стендов, установок, лабораторий, которые смогут воспроизводить процессы функционирования космических кораблей и выделять роль операторов в ходе проводимой работы;
- создание пособий и руководств по космической эргономике [12].

Т а б л и ц а

Преимущества и недостатки элементов системы «человек – машина»

Человек	Машина
Преимущества	Недостатки
Способен распознавать не запрограммированные данные, уведомлять о незапланированных ситуациях	Не может воспринимать события, не включенные в число запрограммированных при проектировании
Помехи электромагнитного характера не влияют на работоспособность	Электромагнитные помехи, особенно в диапазоне радиочастот, ухудшают работу или приводят к поломке
Может выделять полезные сигналы на фоне шумов	Разработка техники, способной выделять полезные сигналы на фоне шумов, является проблематичной
Большой объем памяти при длительном времени хранения информации с различной скоростью передачи	Объем памяти ограничен, непродолжительное хранение информации с высокой скоростью воспроизведения
Малый вес и энергопотребление в процессе деятельности	Прирост веса при увеличении сложности задач, потребление энергии – умеренное
Длительный срок службы, ведет уход за собой самостоятельно	Срок службы ограничен, требуется регулярный технический осмотр и уход
Управляет субъективными и объективными данными	Способна обработать только предусмотренную при проектировании информацию
Недостатки	Преимущества
Медленно и иногда неточно совершает математические операции	Математические расчеты производит быстро и точно
Работоспособность со временем ухудшается, необходим отдых для восстановления сил	Рабочие процессы не зависят от времени
Восприимчивость стрессовых факторов	Может быть разработана для корректной работы в суровых условиях космической среды
Эмоциональность, проявление усталости	Чувства отсутствуют
Индивидуально неповторим	Может быть произведена повторно
Потребность в обучении, в умственных и физических тренировках	Разрабатывается в зависимости от назначения
Реакция на раздражители происходит с задержкой во времени	Практически мгновенная реакция на сигнал

В сфере космических исследований возникла проблема взаимодействия операторов со значительным объемом информации, представленной в виде моделей объектов реального мира. Для решения данного вопроса требовалось провести исследование и анализ критериев для эффективного чтения и соответствия информации с реальной обстановкой при отображении объектов в информационном виде. Ранее анализ специфики взаимодействия человека с техническим оборудованием проводился в недостаточном объеме или не изучался совсем, что приводило к возникновению негативных последствий (ошибки в процессе эксплуатации устройств, аварии), а также невозможности прогнозирования и оценки качества системы «человек – техника».

В 60-е годы в США около 50% из числа причин всех аварий и катастроф при пуске межконтинентальных баллистических ракет прихо-

дилось на систему «человек – техника». Однако после решения эргономических вопросов данный показатель удалось уменьшить на 25%. Выявлено, что в процессе проектирования не предусматривались соответствующие подходы к оборудованию, было некорректное размещение органов управления, отсутствовали информационные указатели и индикаторы процессов управления. Все это создавало дефицит безопасности среди обслуживающего персонала, что приводило к возникновению травм, а иногда и гибели людей [12].

Космическая эргономика подразумевает формирование нового подхода к оборудованию рабочего места, а также осуществление возможности отдыха космонавтов в ограниченном пространстве космического корабля [13]. По разработанным рекомендациям инженерной психологии с применением эргономически целесообразных решений была спроектирована кабина

первого космического корабля «Восток». Была разработана первая единая система средств информации и ручного управления. Получили свое развитие новые многофункциональные устройства, которые упрощают работу космонавта [14].

Главными консультантами в области космической эргономики являются космонавты. Даже высококвалифицированные эргономисты не смогут результативно улучшать космическое оборудование без совместной работы с практикующими участниками полетов ввиду того, что их знания о жизни в суровых реалиях космоса довольно ограничены, поскольку ни один из них не имел опыта космических путешествий [8].

С увеличением продолжительности проводимых экспедиций космический корабль становился не только средством передвижения, но и новой средой жизнедеятельности человека. Дизайн интерьера первых космических кораблей проектировался по привычным человеку земным правилам, т. е. рабочее оборудование, места для сидения и отдыха располагались на нижней части пространства, т. е. «на полу», а освещение, соответственно, располагалось «на потолке». Данный подход был необходим для уменьшения стрессовых факторов на организм космонавта с помощью создания привычной земной среды обитания (рис. 2) [5].

ВЫВОДЫ

Профессиональная деятельность космонавтов осуществляется в экстремальных условиях, в которых присутствуют такие факторы, как невесомость, ограниченность пространства, сенсорная и социальная изоляция, однообразие и монотонность действий, а также высокая вероятность возникновения непредвиденных ситуаций с необходимостью принятия быстрых и рациональных решений, которые не способны реализовать даже автономная техника. Таким образом, разработка эргонометрических требований к условиям обеспечения профессиональной деятельности человека в космической среде является важным фактором для успешного проведения космических исследований. Требования включают в себя системы жизнеобеспечения, безопасности, разработку научного и бытового оборудования, дизайна окружающего пространства, а также учет психологических особенностей работы космонавтов.

История развития космической эргономики связана с постоянным ростом возможностей космических исследований, расширением целевого назначения космической техники и увеличением периодов пребывания экипажей на орбите. С каждым новым этапом развития космической эргономики ученым удавалось получать все более глубокие знания о психофизиологических особенностях человека и его взаимодействии с космической средой.

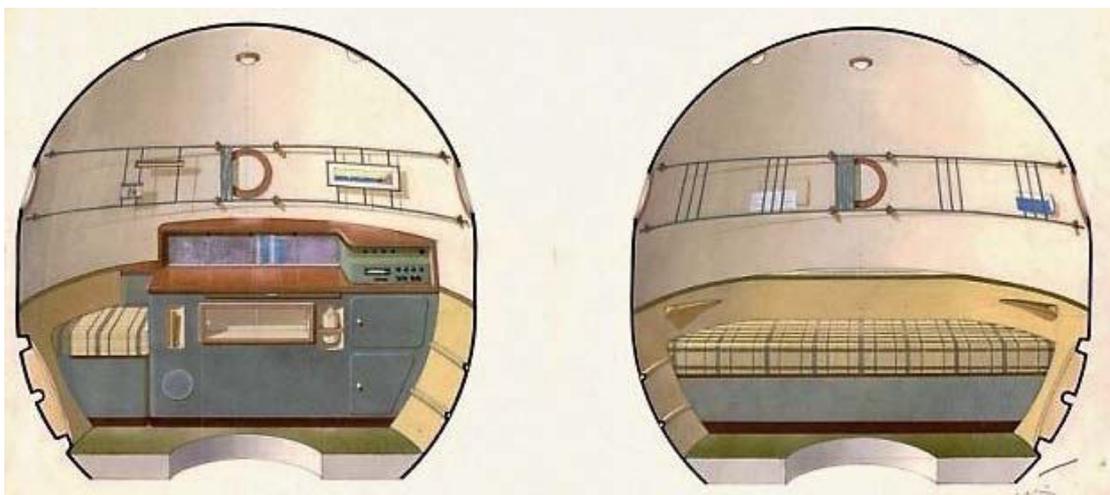


Рис. 2. Интерьер орбитального отсека корабля «Союз» [5]

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рунге В. Ф., Манусевич Ю. П. Эргономика в дизайне среды. М. : Архитектура-С, 2005. 328 с.
2. Сергеев С. Ф. Инженерная психология и эргономика: история развития, понятийный и концептуальный базис // Образовательные технологии. 2011. № 1. С. 44–63.
3. Абрамов А. В., Родичева М. В., Гнеушева Е. М. Исследование теплообмена в системе «человек – одежда – среда» при комбинированном воздействии пониженных температур и ветра // Технологии и качество. 2022. № 4(58). С. 12–18.

4. Кривошеина Е. В., Букалов Г. К. Анализ безопасности человека и надежности ювелирного изделия в системе «человек – ювелирное изделие – машина – среда» // Технологии и качество. 2017. № 1(37). С. 47–50.
5. Голованов Я. К. Архитектура невесомости. М. : Машиностроение, 1978. 79 с.
6. Зинченко В. П., Мунипов В. М. Основы эргономики. М. : Изд-во МГУ, 1979. 344 с.
7. Методика оценки текущего психофизиологического состояния и степени готовности испытателя к эмоционально напряженной деятельности / Ф. Я. Верховский, А. И. Киселев, Э. И. Борисов [и др.] // Труды Московского космического клуба. 1999. № 5. С. 153–161.
8. Мунипов В. М., Зинченко В. П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды : учебник. М. : Логос, 2001. 356 с.
9. Шарп М. Р. Человек в космосе / пер. с англ. М. И. Рохлина, Л. А. Сливко ; под ред. и с предисл. С. М. Городинского. М. : МИР, 1971. 200 с.
10. Нестерович Т. Б. Психофизиологический анализ деятельности, инженерно-психологические и эргономические разработки авиакосмической направленности // Эргономист. 2017. № 49. С. 28–43.
11. Леонов А. А., Лебедев В. И. Восприятие пространства и времени в космосе. М. : Наука, 1968. 116 с.
12. Меньшов А. И. Космическая эргономика. Л. : Наука, 1971. 296 с.
13. Куклина А. В., Кухта М. С. Особенности влияния микрогравитации на физиологическое и психологическое состояние человека // Эргодизайн. 2023. № 1(19). С. 62–68.
14. Дарский С. Г. Эргономика на космическом корабле // Авиация и космонавтика. 1976. № 3. С. 40–43.

REFERENCES

1. Runge V. F., Manusevich Yu. P. Ergonomics in the design of the environment. Moscow, Arhitektura-S Publ., 2005. 328 p. (In Russ.)
2. Sergeev S. F. Engineering psychology and ergonomics: the history of development, conceptual and conceptual basis. *Obrazovatel'nye tekhnologii* [Educational technologies]. 2011;1:44–63. (In Russ.)
3. Abramov A. V., Rodicheva M. V., Gneusheva E. M. Study of heat transfer in the system “man – clothing – environment” under the combined impact of low temperatures and wind. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;4(58):12–18. (In Russ.)
4. Krivosheina E. V., Bukalov G. K. Analysis of human safety and reliability of jewelry in the system “man – jewelry – machine – environment”. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2017;1(37):47–50. (In Russ.)
5. Golovanov Ya. K. Architecture of weightlessness. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1978. 79 p. (in Russ.)
6. Zinchenko V. P., Munipov V. M. Fundamentals of ergonomics. Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 1979. 344 p. (in Russ.)
7. Verkhovsky F. Ya., Kiselyov A. I., Borisov E. I. [et al.] Methodology for assessing the current psychophysiological state and the degree of readiness of the tester for emotionally intense activity. *Trudy Moskovskogo kosmicheskogo kluba* [Proceedings of the Moscow Space Club]. 1999;5:153–161. (In Russ.)
8. Munipov V. M., Zinchenko V. P. Ergonomics: human-oriented design of equipment, software and environment. Moscow, Logos Publ., 2001. 356 p. (in Russ.)
9. Sharpe M. R. Man in space. M. I. Rokhlin, L. A. Slivko, S. M. Gorodinsky (Ed.). Moscow, MIR Publ., 1971. 200 p. (in Russ.)
10. Nesterovich T. B. Psychophysiological analysis of activity, engineering-psychological and ergonomic developments of aerospace orientation. *Ergonomist* [Ergonomist]. 2017;49:28–43. (In Russ.)
11. Leonov A. A., Lebedev V. I. Perception of space and time in space. Moscow, Nauka Publ., 1968. 116 p. (in Russ.)
12. Menshov A. I. Space ergonomics. Leningrad, Nauka Publ., 1971. 296 p. (in Russ.)
13. Kuklina A. V., Kukhta M. S. Features of the influence of microgravity on the physiological and psychological state of a person. *Ergodizajn* [Ergodesign]. 2023;1(19):62–68. (In Russ.)
14. Darskiy S. G. Ergonomics on a spaceship. *Aviatsiya i kosmonavtika* [Aviation and cosmonautics]. 1976;3:40–43. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 27.10.2023
Принята к публикации 6.03.2024

Научная статья

УДК 739.52; 672; 673.1

EDN LTVSDI

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-58-63

Ирина Александровна Груздева¹

Алиса Олеговна Овчинникова²

Екатерина Олеговна Боровая³

Александра Андреевна Барышева⁴

^{1, 2, 3, 4}Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

¹ i.a.gruzdeva@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5579-0730>

² alisa.ovchinnikova@urfu.ru, <https://orcid.org/0009-0001-1548-0658>

³ ekaterina.borovaia@urfu.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3210-9426>

⁴ alexandra.barysheva@urfu.ru, <https://orcid.org/0009-0006-8446-5666>

ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ

Аннотация. В настоящей работе на конкретном примере показан дизайн объемного художественного изделия, элементы которого получены методом газолазерной резки, а рельеф поверхности методом гравировки. Приведена последовательность технологических этапов изготовления такого художественного изделия. Представлены основные технологические параметры резки и гравирования для листовой стали и латуни. Для анализа влияния технологических свойств обрабатываемого материала и толщины металла на технологические параметры и режимы обработки были выбраны разные для лазерной резки материалы: сталь и латунь. Показано, что достижения современной науки и техники могут быть применимы в ювелирной промышленности и позволяют решать любые задачи промышленного ювелирного дизайна. Представленные в статье художественные изделия являются шахматными фигурами и были выполнены в рамках дипломного проектирования.

Ключевые слова: сувенир, художественное изделие, газолазерная резка, латунь, сталь, дизайн, гравирование

Для цитирования: Особенности дизайна художественных изделий, изготовленных методом лазерной резки / И. А. Груздева, А. О. Овчинникова, Е. О. Боровая, А. А. Барышева // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 58–63. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-58-63>.

Original article

Irina A. Gruzdeva¹

Alisa O. Ovchinnikova²

Ekaterina O. Borovaya³

Alexandra A. Barysheva⁴

^{1,2,3,4}Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

DESIGN FEATURES OF ART PRODUCTS MADE BY LASER CUTTING METHOD

Abstract. The study uses a specific example to show the design of a three-dimensional artistic product, the elements of which are obtained using gas laser cutting. The sequence of technological stages of manufacturing such an artistic product is given. The main technological cutting parameters for sheet steel and brass are presented. In order to analyse the influence of the technological properties of the processed material and the thickness of the metal on the technological parameters and processing modes, different materials for laser cutting were chosen: steel and brass. It is shown that the achievements of modern science and technology can be applied in the jewellery industry and allow solving any problems of industrial jewellery design. The artistic products presented in the article are chess pieces and were made as part of a diploma design.

Keywords: souvenir, artistic product, gas-lasercutting, brass, steel, design, graving

© Груздева И. А., Овчинникова А. О., Боровая Е. О., Барышева А. А., 2024

For citation: Gruzdeva I. A., Ovchinnikova A. O., Borovaya E. O., Barysheva A. A. Design features of art products made by laser cutting method. *Technologies & Quality*. 2024. No 1(63). P. 58–63. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-58-63>.

Технология лазерной резки и обработки отверстий листовых заготовок из сплавов черных и цветных металлов находит значительное применение в различных отраслях промышленности [1–5]. Основным преимуществом лазерной обработки материала является бесконтактное взаимодействие с заготовкой. Работа проводится без механического контакта инструмента с заготовкой, что позволяет обрабатывать тонкие, хрупкие и легкодеформируемые материалы. Во время лазерной обработки короткий лазерный импульс с высокой плотностью мощности за очень короткое время передает энергию в заготовку. В результате материал плавится и испаряется. Чем выше энергия импульса, тем быстрее материал расплавляется и испаряется [6–8].

Дизайн художественных изделий меняется, в том числе и объемной сувенирной продукции [9]. В настоящее время довольно модной формой искусства является инсталляция – форма современного искусства, пространственная композиция, созданная из различных элементов, часто плоских, и являющая собой художественное целое [10]. То есть элементы художественного изделия изготовлены из тонколистового материала. Как известно, изделия такой формы можно получить методами пластической деформации. Существующие традиционные технологии изготовления изделий из металлов – литье и пластическая деформация – не совсем удовлетворяют требованиям при производстве такого типа плоских элементов. Методом литья сложно добиться получения

качественных тонких и при этом имеющих большую площадь поверхности заготовок, а изготовление оснастки для получения таких элементов методом обработки давлением является дорогостоящим. Кроме того, художественные изделия имеют сложную конфигурацию контура, и тираж выпускаемых художественных изделий ограничен спросом покупателей, необходима быстрая смена ассортимента продукции [11]. Кроме того, использование различных нетрадиционных материалов при изготовлении ювелирных украшений и бижутерии, таких как титан, сталь, вольфрам и ряд других, требует новых технологий их формообразования [12–14]. В связи с этим полагаем, что метод лазерной резки, все более широко применяемый для производства изделий из различных материалов, является наиболее приемлемым.

В настоящей работе рассмотрена последовательность изготовления художественных изделий – шахматных фигур, элементы которых изготовлены методом лазерной резки. Целью работы являлось исследование влияния параметров лазерной резки на качество обрабатываемой поверхности. Эксперименты проводились на двух сплавах: сталь и латунь, листы толщиной 1 мм. Лазерная резка выполнялась на прецизионном лазерном комплексе RX-150 QCW (рис. 1), работающем в импульсном режиме излучения. Обработка результатов проводилась визуально. В зависимости от технологических свойств обрабатываемого материала и толщины металла выбирались соответствующие режимы и методы обработки.



а



б

Рис. 1. Лазерный комплекс RX-150 QCW: а – рабочая камера; б – панель управления

Работа над созданием серии сувениров начинается с разработки дизайна будущих изделий. Разработанная серия шахматных фигур вдохновлена полнометражным мультипликационным фильмом «Красавица и чудовище». Художественный образ шахматных фигур соответствует герою мультфильма, который ассоциативно подходит той или иной шахматной фигуре, чтобы игроку было легче ориентироваться во время игры. Построение контуров фигур (рис. 2) велось в программе Rhinoceros 5.0, затем переводилось в программу CorelDraw 2020. Важно все линии распределить по отдельным слоям согласно очередности реза: первый слой – внутренние линии реза, второй слой – внешние. Это необходимо для правильной последовательности лазерной резки: от внутренних кон-

туров к внешним. Все линии, находящиеся на одном слое, группируются. Схема лазерной резки сохраняется в формате *.dxf.

Основные технологические параметры газолазерной резки – мощность излучения, скорость резки, давление газа, диаметр сфокусированного пятна, частота импульсов, длительность импульсов – приведены в табл. 1.

Для резки сплавов на основе меди требуется большая мощность излучения, чем для сплавов на основе железа. Это объясняется более высокой теплопроводностью и меньшей поглощательной способностью к лазерному излучению медных сплавов. Для газолазерной резки назначен импульсный режим, что обусловлено большим количеством прорезей и мелких деталей рисунка.

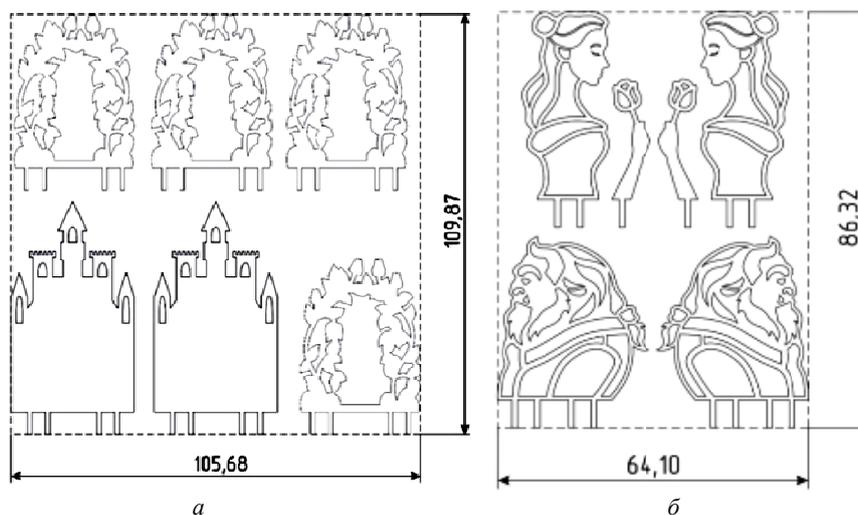


Рис. 2. Схема разметки элементов шахматных фигур для лазерной резки: а – из стального листа; б – из латунного листа

Т а б л и ц а 1

Основные технологические параметры газолазерной резки

Материал	Технологические параметры			
	Мощность P , Вт	Длительность импульса τ , с	Частота импульса f , Гц	Скорость резания v , мм/с
Сталь	1000...1200	$2 \cdot 10^{-4}$	500	6
Латунь	1300...1500	10^{-3}	80	0,8

Латунь обладает высокой отражательной способностью, что может привести к отражению лазерного луча и, как следствие, к некачественной резке. Проблему блестящей поверхности латуни можно решить двумя способами. Для обеспечения высокого качества резки необходимо придать матовость поверхности и уменьшить диаметр лазерного пятна. Частота импульса зависит от сложности контура реза. При резке несложных контуров (элементы из латуни) необходима небольшая частота импульсов. Так, для элементов из стали была назначена частота импульсов 500 Гц, для латунных элементов –

80 Гц. Поскольку сталь характеризуется невысокой теплопроводностью, необходимо уменьшить зону термического воздействия и снизить длительность импульса лазера до 0,2 мс. Это в свою очередь влияет на скорость резки, которая для стальной заготовки была назначена равной 6 мм/с, а для латуни 0,8 мм/с. Все необходимые параметры были назначены в приложении LaserCut (рис. 3).

Газолазерная резка осуществляется посредством локального разогрева металла лучом, который сфокусирован излучением лазера на поверхность заготовки. Движение лазерного

луча определяется программой. Луч обеспечивает высокую концентрацию энергии, вследствие чего металл начинает нагреваться и плавиться – происходит резка металла. Преимуществом лазерной резки тонкостенных заготовок является минимальная зона термического воздействия и, следовательно, снижение вероятности образования внутренних термических напряжений и возможности деформации заготовки. Полученные в ходе газолазерной резки элементы представлены на рис. 4. Для латунных элементов

предусмотрена гравировка для изображения фигур. Гравировку проводили на этой же лазерной установке, с меньшей мощностью лазера – 750 Вт и большей скоростью резания – 10 мм/с. В отличие от лазерной резки, которая осуществлялась в импульсном режиме работы лазера, гравировка проводится при постоянном режиме его работы. Гравирование лазером – это не только снятие поверхностного слоя металлической заготовки на некоторую глубину, но и получение окисленной поверхности снимаемого слоя.

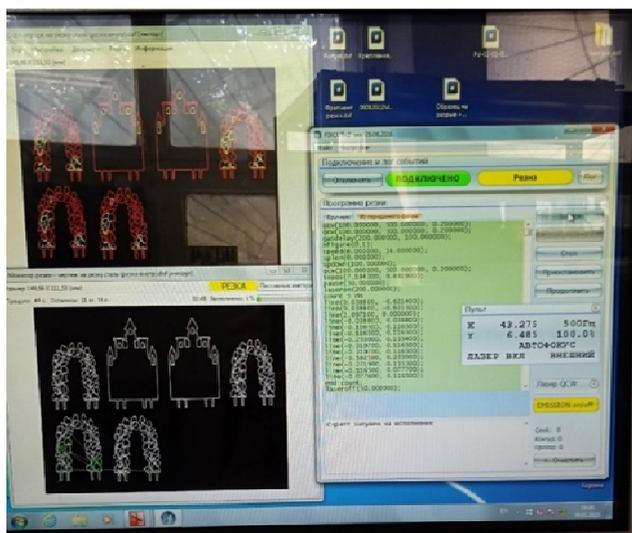


Рис. 3. Настройка параметров для газолазерной резки в программе LaserCut

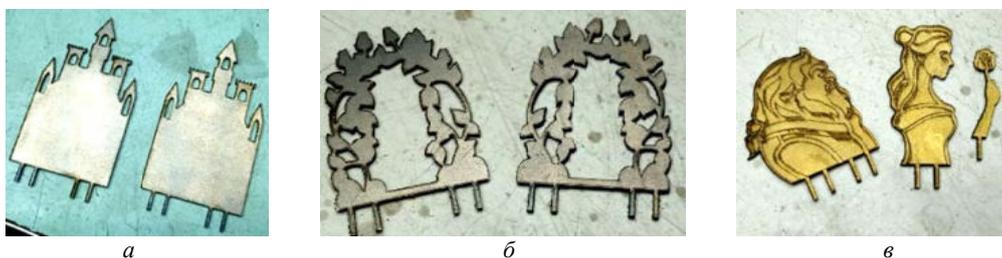


Рис. 4. Заготовки после резки: а, б – центральный и боковой элемент из стали; в – латунный элемент фигуры

После лазерной резки поверхность на краях металла часто имеет грат (потеки расплавленного металла), зазубрины и высокую шероховатость. Иногда на поверхности реза образуется пригар, который возможно удалить только механическим способом.

Обработка поверхности реза ведется надфилями, наждачной бумагой разной абразивности. Окончательное полирование – на шлифо-

вално-полировальном станке с использованием фетровых кругов и полировальной пасты.

Для придания темно-серого оттенка черным фигурам стальные элементы были подвергнуты воронению – вид защитно-декоративного покрытия заготовок из сплавов на основе железа. Для воронения стальных элементов был выбран способ щелочного воронения в растворе (табл. 2). Вороненные заготовки представлены на рис. 5.

Т а б л и ц а 2

Состав раствора и технологические режимы воронения стальных заготовок

Наименование компонента/параметра	Значение
Состав:	
– NaOH, г	100
– NaNO ₃ , г	30
– H ₂ O, мл	100
Температура, °С	135...140
Продолжительность, мин	30...35



Рис. 5. Вороненные стальные заготовки для черной шахматной фигуры

Полученные элементы собираются на деревянное основание высотой 15 мм и диаметром 40 мм. В качестве материала основания можно выбрать древесину любой породы. В представленном варианте это древесина березы, заготовка предварительно обработана, отшлифована, обожжена газовой горелкой и отполирована. При необходимости деревянную заготовку можно покрасить и покрыть лаком. Металлические элементы вставляются в предварительно подготовленные в деревянном основании отверстия и фиксируются клеем. Готовое изделие представлено на рис. 6.



Рис. 6. Готовые шахматные фигуры

Таким образом на примере художественного изделия, металлические элементы которого изготовлены из двух различных сплавов: стали и латуни, изучено влияние на технологические параметры газолазерной резки. Анализ результатов эксперимента показал, что методом лазерной резки можно получать сложные криволинейные и близкорасположенные друг к другу контуры деталей из тонколистового металла. Это возможно благодаря снижению прочностных характеристик сплавов при температурах, близких к температуре их плавления.

Также авторами работы было отмечено, что требуется дальнейшая отработка технологических параметров газолазерной резки, таких как длительность импульса, частота импульса, скорость резания, ширина реза, так как эти параметры влияют на качество (четкость) реза и шероховатость поверхности реза, а производители лазерных установок рекомендуют широкий диапазон технологических параметров.

ВЫВОДЫ

Предложены технологические параметры газолазерной резки для стального и латунного листа толщиной 1 мм. Для прогнозирования зависимости точности и четкости поверхности реза от технологических параметров требуется дальнейшая работа с разными металлами и сплавами разной толщины и качества поверхности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Хайруллина Л. Р., Смородин Ф. К. Технология лазерного сверления и резки отверстий в изделиях деталей авиастроения // Вестник КГТУ им. А. Н. Туполева. 2016. Вып. 2. С. 38–41.
2. Браткова Ю. Л., Чирков А. Е., Чумаченко Г. В. Изготовление заготовок художественных изделий лазерной резкой // Технологии художественной обработки материалов : сб. трудов XVIII Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. С. И. Галанина. Кострома : Костром. гос. технол. ун-т, 2015. С. 257–260.
3. Григорьянц А. Г., Соколов А. А. Лазерная резка металлов : учеб. пособие. 3-е изд. М. : Директ-Медиа, 2021. 128 с.
4. Галанин С. И. Лазерные технологии в ювелирном производстве : учеб. пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2013. 95 с.
5. Галанин С. И., Арнольди Н. М., Зезин Р. Б. Технология ювелирного производства / под общ. ред. Ю. А. Василенко. М. : СПМ-Индустрия, 2017. 511 с.
6. Вейко В. П., Петров А. А., Самохвалов А. А. Введение в лазерные технологии : учеб. пособие. СПб. : Университет ИТМО, 2018. 161 с.

7. Лазерная обработка конструкционных материалов : учеб. пособие / Э. И. Агеев, В. П. Вейко, С. Г. Горный, Г. В. Одинцова, А. А. Петров. СПб. : Университет ИТМО, 2017. 79 с.
8. Дьячкова Н. В., Груздева И. А. Использование лазерной сварки при креплении элементов ювелирных украшений со вставками из янтаря // Актуальные проблемы науки и техники – 2021 : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Ростов на/Д : ДГТУ, 2021. С. 930–931.
9. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн и технология ювелирных изделий: российские особенности // Дизайн. Материалы. Технология. 2011. № 2(17). С. 60–63.
10. Быстрова Т. Ю. Сувенир. Назначение и проектирование. Екатеринбург : Екатеринбургская академия современного искусства, 2018. 156 с.
11. Галанин С. И., Висковатый И. С., Колупаев К. Н. Дизайн сложнопрофильных металлических поверхностей // Технологии и качество. 2017. № 1(37). С. 25–31.
12. Котова К. В., Галанин С. И. Модные тренды и бижутерия // Технологии и качество. 2019. № 2(44). С. 26–34.
13. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Титан в ювелирных украшениях и бижутерии // Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 59–64.
14. Галанин С. И., Рыбакова И. В., Колупаев К. Н. Особенности российских ювелирных брендов // Технологии и качество. 2023. № 3(61). С. 34–43.

REFERENCES

1. Khairullina L. R., Smorodin F. K. Technology of laser drilling and cutting of holes in aircraft parts. *Vestnik KSTU of A. N. Tupolev* [Bulletin of the KSTU named after A. N. Tupolev]. 2016;2:38–41. (In Russ.)
2. Bratkova Yu. L., Chirkov A. E., Chumachenko G. V. Production of artwork by laser cutting. *Tekhnologii hudozhestvennoj obrabotki materialov : sb. trudov XVIII Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Technologies of Artistic Processing of Materials. Proceedings of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conf.], edited by S. I. Galanin. Kostroma, Kostrom. St. Technol. Univ. Publ., 2015. P. 257–260. (In Russ.)
3. Grigoryants A. G., Sokolov A. A. Laser cutting of metals. 3rd ed. Moscow, Direct-Media Publ., 2021. 128 p. (In Russ.)
4. Galanin S. I. Laser technology in jewelry manufacturing. Kostroma, Kostrom. St. Tekhnol. Univ. Publ., 2014. 108 p. (In Russ.)
5. Galanin S. I., Arnoldi N. M., Zezin R. B., Vasilenko Yu. A. (ed.). Jewelry Manufacturing Technology. Moscow, SPM-Industriya Publ., 2017. 511 p. (In Russ.)
6. Veiko V. P., Petrov A. A., Samokhvalov A. A. Introduction to laser technologies. Saint Petersburg, ITMO University, 2018. 161 p. (In Russ.)
7. Ageev E. I., Veiko V. P., Gorniy S. G., Odintsova G. V., Petrov A. A. Laser processing of structural materials. Saint Petersburg, ITMO University, 2017. 79 p. (In Russ.)
8. Dyachkova N. V., Gruzdeva I. A. The use of laser welding in the attachment of jewelry elements with amber inserts. *Aktual'nye problemy nauki i tekhniki – 2021 : materialy Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Actual problems of science and technology – 2021. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conf.]. Rostov-on-Don, Don. St. Techn. Univ. Publ., 2021. P. 930–931. (In Russ.)
9. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Design and technology of jewelry: Russian features. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2011;2(17):60–63. (In Russ.)
10. Bystrova T. Yu. Souvenir. Purpose and design. Yekaterinburg, Yekaterinburg Academy of Modern Art Publ., 2018. 156 p. (In Russ.)
11. Galanin S. I., Viskovaty I. S., Kolupaev K. N. Design of complex-profile metal surfaces. *Tekhnologii i kachestvo* [Technology & Quality]. 2017;1(37):25–31. (In Russ.)
12. Kotova K. V., Galanin S. I. Modern trends and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technology & Quality]. 2019;2(44):26–34. (In Russ.)
13. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Titanium in jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;1(55):59–64. (In Russ.)
14. Galanin S. I., Rybakova I. V., Kolupaev K. N. Peculiarities of Russian jewellery brands. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;3(61):34–43. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 7.02.2024
Принята к публикации 6.03.2024

Научная статья

УДК 687.152

EDN OGV TZP

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-64-69

Ольга Игоревна Денисова¹

Артем Руфимович Денисов²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
г. Санкт-Петербург, Россия

² Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

¹ ipolgadenisova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6860-2292>

² iptema@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3359-4103>

ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ОСНОВНОГО ТРЕНДА В ДИЗАЙНЕ КОРПОРАТИВНОЙ УНИФОРМЫ

Аннотация. В статье рассматривается проблема определения ключевых трендов в развитии концепции корпоративной униформы в организации на основе информации об успешно реализованных проектах в различных профессиональных сферах. Для этого использован алгоритм применения методов анализа данных в практической деятельности CRISP-DM, включающий в себя шесть типовых этапов: понимание бизнес-целей, начальное изучение данных, подготовку данных, моделирование, оценку и внедрение. Для каждого из этапов определены методы (математические, экспертные) обработки данных по выявлению трендов. Результатом применения предложенной методологии является наглядное представление данных о выявленных трендах в проектировании униформы, в том числе в формате температурных карт, позволяющее специалисту в области дизайна костюма обоснованно их интерпретировать и экстраполировать выявленные тенденции в будущее корпоративной моды и фирменного стиля.

Ключевые слова: концепция, атлас кейсов, функции корпоративной униформы, метод анализа иерархий, процесс анализа данных CRISP-DM, метод главных компонент, дизайн

Для цитирования: Денисова О. И., Денисов А. Р. Выявление и анализ основного тренда в дизайне корпоративной униформы // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 64–69. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-64-69>.

Original article

Olga I. Denisova¹

Artem R. Denisov²

¹ Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint-Petersburg, Russia

² Kostroma State University, Kostroma, Russia

IDENTIFYING AND ANALYSING BASE TREND IN CORPORATE UNIFORM DESIGN

Abstract. The article examines the problem of identifying key trends in the development of the concept of corporate uniform in an organisation based on information about successfully implemented projects in various professional fields. For this purpose, an algorithm for applying data analysis methods in practical activities CRISP-DM was used, which includes six typical stages: understanding business goals, initial study of data, data preparation, modeling, evaluation and implementation. For each stage, methods (mathematical, expert) for processing data to identify trends are defined. The result of applying the proposed methodology is a visual presentation of data on identified trends in uniform design, including in the format of temperature maps, allowing a specialist in the field of costume design to reasonably interpret them and extrapolate the identified trends into the future of corporate fashion and corporate identity.

Keywords: concept, case atlas, corporate uniform functions, hierarchy analysis method, CRISP-DM data analysis process, principal component method, design

For citation: Denisova O. I., Denisov A. R. Identifying and analysing base trend in corporate uniform design. Technologies & Quality. 2024. No 1(63). P. 64–69. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-64-69>.

© Денисова О. И., Денисов А. Р., 2024

Целью исследования являлась разработка методики, позволяющей выявить и интерпретировать тренды видеологии корпоративной моды, эволюционно меняющие дизайн униформы. Сфера применения методики в целом может не ограничиваться униформой, однако этот объект представляется наиболее актуальным с позиций популярности его «формата» для отражения послания компании средствами композиции костюма. Методика строилась на базе стандартного процесса анализа данных для различных отраслей промышленности CRISP-DM [1]. Данный процесс ориентирован на решение значимых бизнес-задач с использованием стандартизованного алгоритма применения методов машинного обучения.

В соответствии с CRISP-DM содержание работ в рамках исследования трендов можно подразделить на следующие этапы:

1. Business understanding (понимание бизнес-целей) – формулирование бизнес-гипотез о целесообразном формате корпоративной униформы и его восприятии внутренней и внешней аудиторией. Базовой гипотезой для исследования является наличие разнонаправленных трендов в применении униформы, связанных, с одной стороны, с желанием компаний унифицировать вид своих сотрудников, а с другой стороны, стремлением сотрудников к самовыражению.

2. Data understanding (начальное изучение данных) – сбор и подготовка информации о проектах корпоративной униформы:

3. Data Preparation (подготовка данных) – первичная обработка части информации с целью нормализации данных.

4. Modelling (моделирование) – построение моделей для выявления трендов:

4.1) установление наличия трендов;

4.2) определение значимости факторов в каждом из трендов;

4.3) представление информации о каждом выявленном тренде в формате, позволяющем интерпретировать данные.

5. Evaluation (оценка) – интерпретация/объяснение трендов с позиций истории и теории корпоративной моды и стиля.

6. Deployment (внедрение) – разработка рекомендаций по применению выявленных закономерностей в практике различных предприятий.

Соответственно, содержание и формат представления результатов каждого этапа исследования определяет выбор методов, применяемых в предложенной методике (табл.).

Далее приведены примеры представления данных на различных этапах работ при апроба-

ции методики. Базой данных послужила информация атласа кейсов корпоративной униформы, содержащего сведения о порядка 100 проектов, реализованных на территории РФ в первые два десятилетия XXI века (рис. 1).

Методом главных компонент выявлено наличие трендов, определяющих процент разнообразия кейсов корпоративной формы (рис. 2). Первый тренд можно назвать ведущим, поскольку он определяет 18% разнообразия.

При визуализации параметров проектов, определяющих первую компоненту, можно увидеть два полюса разнообразия: на одном полюсе – проекты с адаптивным и гибким дресс-кодом; на противоположном – унификация внешнего вида сотрудников компании в условиях позиционирования услуг компании для потребителей с высоким уровнем благосостояния. Если взглянуть на проекты, кардинально различные по первой компоненте (рис. 3), то можно видеть противопоставление компаний с жестким дресс-кодом компаниям с преимущественно мультинациональным составом сотрудников, где у участников дресс-кода существуют возможности в определенной степени адаптировать внешний образ к своим потребностям в самоидентификации.

Таким образом, результаты обработки данных по предложенной методике позволяют сделать вывод о том, что ведущим трендом, определяющим разнообразие проектов корпоративной униформы, является унификация моделей униформы в противовес стремлению к утилитарности дизайна и лояльному отношению к самовыражению сотрудников посредством внешнего вида (рис. 4). Справедливость подобного заключения подтверждает анализ генезиса униформы [7, 8], в ходе которого установлена значимость реакции участников дресс-кода на стабильность этой политики.

Для использования полученных сведений при формировании рекомендаций по выбору концепции, например в ситуации редизайна униформы, можно обоснованно подойти к подбору проектов-аналогов: так, например, очевидно, что жесткая унификация моделей и консервативность их дизайна в рамках первого тренда характерна для таких сфер, как высокого уровня гостиничный и ресторанный бизнес, авиауслуги. Соответственно, если в проекте необходимо отразить элитарность услуг компании, то дресс-код должен регламентировать практически все слои одежды участников дресс-кода. Это означает, что должны проектироваться не единичные швейные изделия, а создаваться ансамбль

для каждой функциональной роли участника дресс-кода, все части которого объединены композиционным замыслом. Акцент в разработке дизайна в данной ситуации ставится на традиции униформы, исторически сложившиеся в сфере ведения бизнеса, классический подход к конфекционированию материалов, декорированию моделей, их технологическому совершенству и высокому качеству, включая посадку изделий прилегающего/сложного кроя на фигуре. Логично, что затраты на реализацию такого

проекта и поддержание подобного дресс-кода обычно велики. И еще следует помнить о двойственном поведении участников дресс-кода, являющемся одной из главных причин нарушения стабильности политики жесткой унификации [7, 8]. Чтобы избежать этого, в компании, планирующей реализовать концепт такого дресс-кода, должна существовать высокая мотивация работников и конкуренция среди них вследствие престижности работы именно в этой фирме.

Т а б л и ц а

Методика исследования трендов дизайн-проектирования корпоративной униформы

Этап	Метод	Результат	Формат представления
1	Мозговой штурм с привлечением экспертов	Перечень бизнес-гипотез	Список проверяемых гипотез
2	Методы сбора фактического материала, включая контент-анализ документов (положений о внешнем виде сотрудников, брендбуков и пр.)	<ul style="list-style-type: none"> • Изображение моделей униформы • Сфера деятельности компании и характеристики бизнеса • Численность участников дресс-кода • Описание клиентов компании • Тип корпоративного дресс-кода • Формат корпоративной одежды • Наличие месседжа и его однозначность • На что ориентирован месседж • Отзывы о проекте в СМИ 	Атлас кейсов
	Метод анализа иерархий [2]	Приоритетность унифицирующей, идентифицирующей принадлежность к корпорации, идентифицирующей роль и статус в корпорации, эстетической, коммуникативно-смысловой и утилитарной функций униформы [3] в соответствии с их значимостью	Количественные характеристики функций униформы в описании кейсов
	Экспертные методы и байесовская сеть	Показатели байесовской сети для оценки/анализа проектов корпоративной униформы [4]: <ul style="list-style-type: none"> • гендерная выраженность, • адаптированность, • фирменные цвета, • корпоративная идентификация, • комплектность, • пол участников дресс-кода, • личностная самоидентификация, • корпоративная самоидентификация. Экспертный прогноз о возможных проявлениях амбивалентности [3]	Экспертная оценка соответствующих показателей в описании кейсов
3	Метод логарифмирования показателя	Устранение эффекта масштаба в параметре «Число участников дресс-кода»	Первичная подготовка данных кейсов
	Метод <i>MinMaxScaler</i>	Приведение к диапазону от 0 до 1 количественных показателей кейсов (например, возраст клиентов)	Файл с нормализованными данными в формате CSV
	Метод кодирования категориальных данных	Присвоение показателям значения 0 (данное качество отсутствует) или 1 (присутствует)	
4	Нелинейный метод многомерного сжатия MDS	Модель MDS, на которой будут визуализироваться тренды	Двумерная карта кейсов (рис. 1)
	Линейный метод выделения главных компонент	Доля разнообразия данных кейсов, описываемых трендом	Значимые тренды, исходя из числового значения % разнообразия
		Значимость факторов в каждом из трендов	Ранжированный список (диаграмма весов) показателей в зависимости от их веса в тренде
		Закономерности распределения проектов униформы	Тепловая карта (heatmap) проектов по каждому из трендов и ранжированный список кейсов компаний
5	Экспертный опрос [5, 6]	Экспертное суждение о природе тренда на основе соотношения ранжированного списка и тепловой карты с генезисом роли, функций и дизайна корпоративной униформы [7, 8] и других костюмных форм, например [9]	Интерпретация тренда
6	Экспертный опрос	Экстраполяция выявленных трендов в перспективные проектные разработки корпоративного дресс-кода	Рекомендации по проектированию

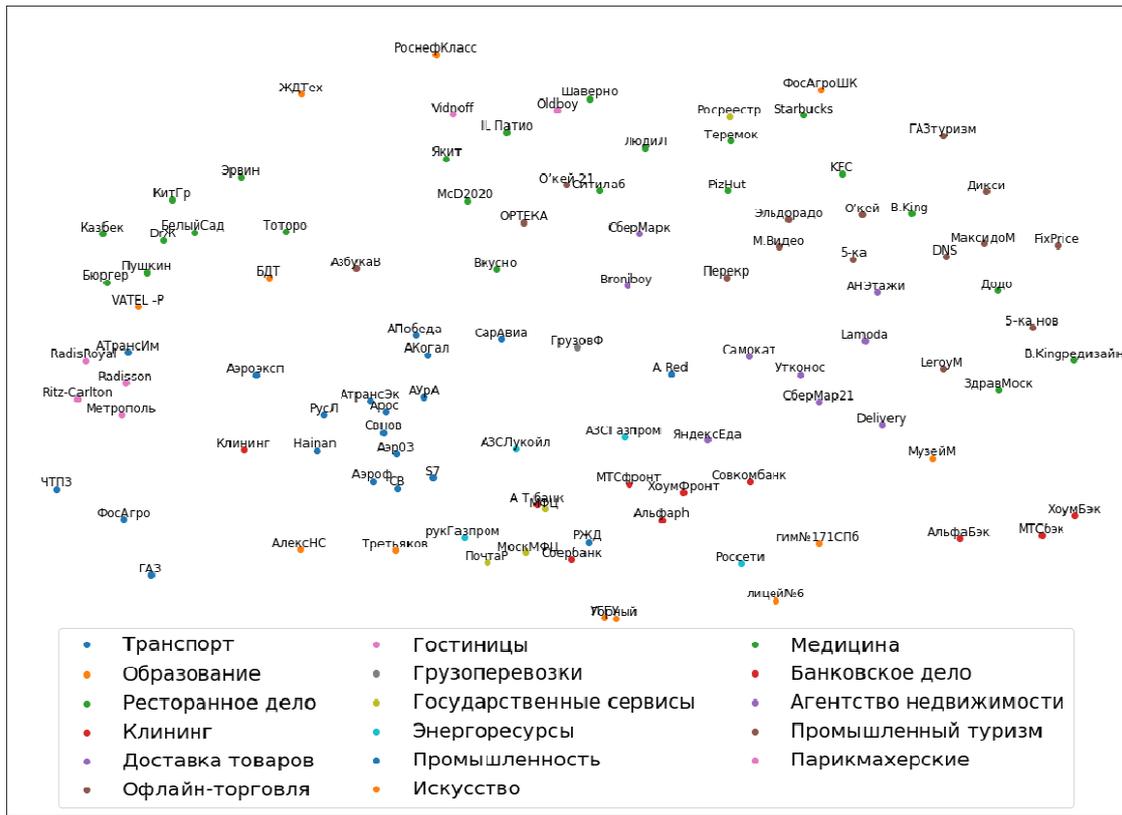


Рис. 1. Двумерная карта кейсов



Рис. 2. Первая компонента-тренд

```
df_PCA.sort_values(0)
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Name
58	-2.079451	0.141989	1.003081	0.024128	0.815254	-0.129597	0.039802	0.280302	-0.224016	0.010771	Метрополь
66	-2.044438	0.731371	0.883184	-0.015972	0.665547	0.392458	0.157024	0.224879	0.452595	0.282442	Ritz-Carlton
69	-1.918480	0.777759	1.142141	-0.219336	0.354470	0.229107	0.658932	0.194320	0.033556	0.074208	RadisRoyal
68	-1.579315	0.842503	0.949763	0.197484	0.499397	-0.097155	0.390907	0.628147	-0.218571	-0.272343	Radisson
11	-1.557379	-0.912466	0.047174	0.159731	-0.135943	0.163420	-0.482669	-0.264120	-0.217486	-0.402279	РусЛ
...
54	1.725319	-0.561584	0.782815	-0.416576	0.719207	-1.242742	0.562167	-0.004745	0.508181	0.443666	Дикси
31	1.764179	0.618829	0.097296	-0.406040	-0.124506	1.084659	-1.074499	0.221495	-0.523136	0.392669	Starbucks
33	1.881559	-0.290419	-0.182211	0.056813	-0.056996	-0.335642	-0.545748	0.153639	-0.124052	1.421769	Додо
52	1.953726	-0.202771	0.253407	-0.132570	-0.530558	-0.555710	0.474258	0.023825	-0.386022	-0.396947	О'кей
63	2.081678	-0.374537	0.093748	0.193973	0.287387	-0.257144	0.908618	0.368834	-0.247508	0.449874	Максидом

Рис. 3. Проекты, полярно отличающиеся по первой компоненте

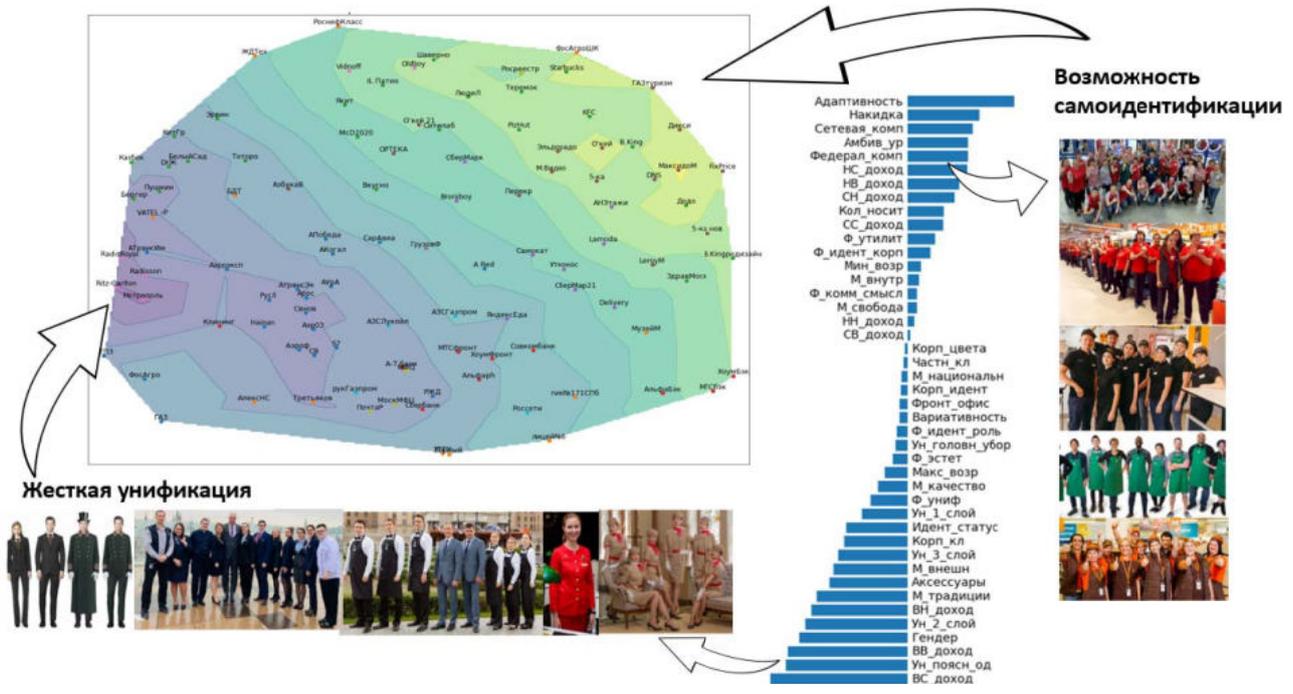


Рис. 4. Ведущий тренд, определяющий разнообразие униформы

Другая крайность (второй полюс тренда) – лояльный подход, характерный для торговли – масс-маркета, когда запросы потребителей услуг и товаров достаточно умеренны, доходы сотрудников компании, обычно, тоже. В проектах униформы, отражающих этот полюс, можно наблюдать унификацию одной-двух вещей в образе сотрудника – чаще футболки/фартука/жилета, – с сохранением корпоративной айдентики (цвета, логотипа). Каждая из вещей обычно исполнена по принципу «оверсайз и унисекс», что позволяет оптимизировать проектирование: удешевить производство за счет унифицированной техноло-

гии, минимизировать расходы на градацию по размерам/ростам/полнотам; избежать проблем с посадкой на нетиповой фигуре и т. д. Требования к остальным предметам корпоративного образа («затратным» и сложным в посадке на фигуре изделиям – блузкам, брюкам, юбкам и др.) могут указываться в регламенте дресс-кода в упрощенном формате, например по «школьному принципу»: темный «низ» и светлый «верх», а могут умышленно отсутствовать, и это будет означать, что компания доброжелательно/толерантно относится к личным потребностям своих сотрудников, поддерживая их стремление к са-

мовыражению. Очевидно, что эта модель дресс-кода оправдывает себя в ситуации транслирования месседжа «забота о сотрудниках» внутри компании, актуального для привлечения и удержания кадров, а также при небольшом бюджете проекта. Таким образом, последовательно анализируя каждый тренд и проецируя его на конкретную рабочую ситуацию на этапе Deployment (внедрение), возможно определиться в целесообразности того или иного подхода к созданию корпоративного образа сотрудников компании.

ВЫВОД

Предложенная методика исследования трендов дизайна корпоративной униформы, отличающаяся последовательным применением большого числа современных математических и экспертных методов, позволяет научно обоснованно систематизировать информацию о проектах, эффективно обработать данные и представить их в формате, удобном для трактовки специалистами-экспертами в сфере теории и истории костюма.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Shearer C. The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining // Journal of Data Warehousing. 2000. Vol. 5. No 4. P. 13–22.
2. Недашковская Н. И. Метод анализа иерархий в методологии сценарного анализа решения задач предвидения // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2010. Т. 4, № 9(46). С. 35–42.
3. Денисова О. И., Денисов А. Р. Проблема передачи месседжа компании посредством невербального языка корпоративной униформы // Технологии и качество. 2023. № 1(59). С. 54–60.
4. Денисова О. И., Денисов А. Р. Применение байесовских сетей в оценке проектов корпоративной униформы // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 60–66.
5. Кузьменко Т. В. Экспертный опрос как основа принятия управленческих решений // Социологический альманах. 2017. № 8. С. 434–443.
6. Масленников Е. В. Возможности использования экспертного знания в качестве источника концепций развития организаций // Вестник Московского университета. Серия 18: Социология и политология. 2017. № 2(23). С. 229–249.
7. Денисова О. И. Генезис корпоративной униформы : монография. СПб. : СПбГУПТД, 2023. 154 с.
8. Денисова О. И., Сурженко Е. Я. Анализ эволюции деловой корпоративной моды // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 56–60.
9. Бондаренко М. В., Ковалёва О. В. Генезис и исторические изменения форм костюма из трикотажа // Технологии и качество. 2021. № 3(53). С. 59–64.

REFERENCES

1. Shearer C. The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining. Journal of Data Warehousing. 2000;5,4:13–22.
2. Nedashkovskaya N. I. Method of analyzing hierarchies in the methodology of scenario analysis for solving foresight problems*. *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy* [East European Journal of Advanced Technologies]. 2010;4,9(46):35–42. (In Russ.)
3. Denisova O. I., Denisov A. R. The problem of transmission of the company's message through the non-verbal language of the corporate uniform. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;1(59):54–60. (In Russ.)
4. Denisova O. I., Denisov A. R. Application of Bayesian networks in the evaluation of projects of corporate uniform. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;4(54):60–66. (In Russ.)
5. Kuzmenko T. V. Expert survey as a basis for making management decisions*. *Sotsiologicheskii al'manakh*. [Sociological almanac]. 2017;8:434–443. (In Russ.)
6. Maslennikov E. V. Possibilities of using expert knowledge as a source of concepts for the development of organizations*. *Vestnik Moskovskogo universiteta* [Bulletin of Moscow University]. *Seriya 18: Sotsiologiya i politologiya*. 2017;2(23):229–249. (In Russ.)
7. Denisova O. I. Genesis of corporate uniforms*. Saint Petersburg, SPBGUPTD, 2023. 154 p. (In Russ.)
8. Denisova O. I., Surzhenko E. Ya. Cultural analysis of the evolution of business corporate fashion. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;3(57):56–60. (In Russ.)
9. Bondarenko M. V., Kovaleva O. V. Genesis and historical changes in the form of knitwear. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;3(53):59–64. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 7.02.2024

Принята к публикации 6.03.2024

* Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by author's of the article.

Научная статья

УДК 378.4

EDN IQGNKX

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-70-76

Евгения Валерьевна Иванова

Российский государственный художественно-промышленный университет им. С. Г. Строганова,
Москва, Россия

jane.malkova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6058-5982>

СИСТЕМНЫЙ ДИЗАЙН ИНТЕРАКТИВНЫХ ПРОДУКТОВ В УРБАНИСТИКЕ

Аннотация. В статье анализируется вопрос системного подхода к дизайну цифровых продуктов, которые формируют современное городское пространство, образуя «медийный город». Показано, что в современных городах цифровое пространство играет ключевую роль в развитии концепции «умных городов», а цифровые технологии все чаще используются для решения городских проблем и улучшения качества жизни горожан. Выделяются и описываются характерные особенности пользовательских интерфейсов, такие как кроссплатформенность и экосистемность, а также затрагивается тема культурно-эстетических и смысловых аспектов проектирования. Обобщается практический опыт учебного проектирования в области интерактивных решений для городской среды на кафедре средового дизайна РГХПУ им. С. Г. Строганова. Показано, что опыт учебного проектирования позволяет добавить экспериментальный подход в решение системных задач.

Ключевые слова: урбанизм, мультимедиа, дизайн интерфейса, цифровой город, идентичность, культура и искусство, дизайнерские системы

Для цитирования: Иванова Е. В. Системный дизайн интерактивных продуктов в урбанистике // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 70–76. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-70-76>.

Evgeniya V. Ivanova

Stroganov Moscow State University of Design and Applied Arts, Moscow, Russia

SYSTEM DESIGN OF INTERACTIVE PRODUCTS IN URBANISM

Abstract. The article analyses the issue of a systematic approach to the design of digital products that form a modern urban space, forming a “media city”. It is shown that in modern cities digital space plays a key role in the development of the concept of “smart cities”, and digital technologies are increasingly used to solve urban problems and improve the quality of life of citizens. The characteristic features of user interfaces, such as cross-platform and ecosystem, are highlighted and described, as well as the topic of cultural, aesthetic and semantic aspects of design is touched upon. The practical experience of educational design in the field of interactive solutions for the urban environment at the Department of Environmental Design of Stroganov Russian State University of Design and Applied Arts is summarised. Instructional design experiences have been shown to add an experimental approach to systemic problem solving.

Keywords: urbanism, multimedia, interface design, digital city, identity, culture and art, design systems

For citation: Ivanova E. V. System design of interactive products in urbanism. Technologies & Quality. 2024. No 1(63). P. 70–76. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-70-76>.

Интерактивный аспект урбанистики современной информационной среды постепенно становится обязательным компонентом проектных решений по созданию городских сообществ и партисипаторного проектирования. «Информационный город» обусловлен возникновением «пространства потоков, доминирующего над исторически сложившимся пространством

мест» [1]. Город в каком-то смысле всегда был носителем информации, но вплетение в его пространство скоростных интерактивных сетей представляет собой важнейшее изменение в городской жизни.

Соединение цифровых технологий с городской средой создало ряд новых тенденций [2]. Развитие сервисов, а также масштабных экосистем ставит новые задачи перед дизайнером. Например, многие современные цифровые эко-

© Иванова Е. В., 2024

системы («Яндекс», «СБЕР», «VK») включают в себя 50...100 цифровых продуктов. Без системного подхода сложно сохранить визуальный порядок в продуктах и одновременно быстро развивать их. Многообразный и хаотичный образ жизни в мегаполисе XXI века вынуждает дизайнеров стремиться к «бесшовному» проектированию современной городской среды. В связи с этим вопрос визуальной организации городской среды как фактора укрепления внутренней связи с городом как местом, с которым человек отождествляет себя в пространственно-временном контексте, приобретает в настоящее время особую актуальность [3].

Характеристики дизайн-систем. Дизайн-система – это коллекция стандартов, компонентов и принципов, которые обеспечивают систематизацию в дизайне продуктов, служат для упрощения и ускорения процесса разработки, что в конечном итоге улучшает качество конечного продукта. Дизайн-система может включать в себя графический стиль, шаблоны интерфейса, библиотеки компонентов, инструкции по использованию и другие элементы. Многие из них также содержат инклюзивность, программный код, примеры масштабирования в офлайн-пространстве и другую информацию.

Одной из первых известных дизайн-систем в современном понимании можно считать графический стандарт для корпорации «NASA» (Д. Голдман, 1970-е гг.), включающий инструкции по использованию логотипа, цветовую палитру, типографику. В цифровом пространстве первые шаги к систематизации дизайна были сделаны компанией Apple, которая представила для разработчиков ПО систему Human Interface Guidelines (1987 г.). Развитие в сторону кроссплатформенности предоставила компания Google, сделав на основе метафоры smartpaper систему Material Design (2014 г.).

С развитием технологий и пользовательского опыта в области ПК дизайн-системы стали эволюционировать. На ранних стадиях развития они были статичными и скорее напоминали брендбук, включающий в себя информацию о цветах, типографике, логотипах и других элементах бренда. В 2000-е гг. с развитием Интернета и цифровых технологий системы туда добавились элементы веб-дизайна, такие как кнопки, формы, меню и другие интерактивные компоненты. С появлением новых методов разработки ПО дизайн-системы стали более структурированными и модульными: в них появились сложные компоненты и шаблоны, а также руководства по взаимодействию и анимации. Современные дизайн-системы (с 2020-х гг.) стали еще

более динамичными: они состоят из кроссплатформенных компонентов и интегрированы с инструментами разработки и дизайна, а также обновляются и адаптируются под изменяющиеся требования и технологии.

Проектирование является «сферой искусственного создания социальных норм, производством норм, их творчеством». По отношению к социуму элементы системы проектирования – проекты, поступаая в систему культуры, могут становиться культурными нормами [4]. Одним из инструментов масштабирования новых норм с помощью проектирования становится дизайн-система – гибкий и адаптивный элемент, который актуализируется в соответствии с трендами дизайна и задачами рынка. Использование дизайн-системы способствует согласованию визуального языка и набора компонентов на всех платформах и точках контакта с цифровым продуктом, а также улучшению качества продуктов и услуг за счет оптимизированных решений для задач дизайна.

Художественные аспекты дизайн-системы играют ключевую роль в создании узнаваемого образа. Они включают в себя все, что связано с визуальным представлением продукта или бренда:

- 1) определение основных и второстепенных цветов, а также их использование – от цветов логотипа до цветовой схемы интерфейса;
- 2) выбор типографического решения – шрифтов, размеров, интервалов и других параметров текста для улучшения читаемости и восприятия информации;
- 3) разработку графических знаков (иконографики) для обозначения функций, навигации и других элементов интерфейса;
- 4) формообразование элементов, таких как кнопки, поля ввода, карточки и другие элементы интерфейса, а также использование пространства между ними;
- 5) разработку визуального языка: стиль изображений и иллюстраций.

Данные аспекты формируют визуальную составляющую дизайн-системы, которая помогает создать уникальный и цельный образ бренда или продукта. Графический дизайн в функциональных дизайн-проектах требует учета множества факторов и балансировки между эстетикой и функциональностью.

Примеры учебного проектирования. Внедрение цифровых технологий в систему современной проектной культуры моделирует пространственно-временной и культурный контекст для инновационного проектирования [5]. Инновации должны находить отклик и в ди-

зайн-образовании. В 2017 г. кафедра средового дизайна (профиль «Мультимедиа») РГХПУ им. С. Г. Строганова параллельно с дисциплиной «Проектирование» включила в программу обучения основы создания пользовательских интерфейсов. Каждая из дисциплин, формирующих бакалаврскую образовательную программу, включает в себя, помимо решения ситуационных задач, потенциал экспериментирования и нацеленности на прогнозирование проектных действий.

Дисциплина «Интерфейс» ставит перед собой задачи обучения практическим навыкам проектирования цифровых продуктов и формирования системного мышления для создания современных проектов в области предметно-пространственной среды. В течение семестра студенты исследуют существующие проблемы городской среды и предлагают для них интерактивные решения. Экосистема дизайн-решений включает в себя как мобильные и веб-интерфейсы, так и интерактивные стенды, экраны, панели. Связь интерактивных компонентов реализована за счет дизайн-системы. Дизайнер

пользовательского опыта должен разработать сценарий, отвечающий на вопрос о том, как именно и какую цель можно достичь пользователю в результате взаимодействия с данным цифровым продуктом [6].

Дизайн-система делает пользовательский опыт пассажира более комфортным и доступным. В проекте интерактивной электрозаправочной станции (рис. 1) за основу взят существующий дизайн заправочных установок в г. Москве. В данный момент они недостаточно распространены по городу, в том числе из-за отсутствия необходимой инфраструктуры. Проект предполагает создание специализированной обособленной зоны паркинга, которая включала бы кроме самих установок еще и вендинговые автоматы, место отдыха, навес. Зеленый цвет во всех интерфейсах экосистемы использован случайно и отражает идею «устойчивого дизайна» (sustainable design), а его яркий оттенок соответствует трендам. Визуализация данных показывает уровень заправки автомобиля, а также его характеристики.



Рис. 1. «Интерактивная система электрозаправочной станции»
(проект 2 курса 2023 г., автор А. Асафайло, руководитель ст. преп. Е. В. Иванова)

Проект по интеграции умных постаматов в «Московском метрополитене» (рис. 2) решает несколько повседневных задач пассажиров – распечатка файлов, аренда зонта и головного убора, букскрессинг, аренда портативных зарядок и др. Постаматы расположены как в вести-

бюле при входе, так и в вагоне, что образует экосистему. Темная тема интерфейса выбрана как основная из-за ее энергоэффективности, а также удобства читаемости как на мобильных интерфейсах, так и на широких экранах постаматов. Графический стиль проекта опирается на

существующий брендбук «Московского метрополитена», использует узнаваемый красный оттенок и лаконичный дизайн.

В том же стиле выполнен и другой проект для «Московского метрополитена» – интерактивная система мини-экскурсий. Как и предыдущий проект, решение является не обособленным продуктом, а интегрировано в существующее мобильное приложение «Метро». Система мультимедийных экскурсий (с графикой, видео и аудиоконтентом) решает проблему ежедневных рутинных поездок на метро и дает возможность с пользой провести время в дороге. Улучшение пользовательского опыта на общественном транспорте включает в себя визуализацию полезных данных, таких как расписание

движения, правила пользования транспортом, информацию о тарифах и т. д. Дизайн также способствует популяризации «устойчивости» за счет продвижения использования общественного транспорта вместо личных автомобилей.

Образовательные проекты также нуждаются в грамотно спроектированной дизайн-системе, которая учитывает нужды и предпочтения пользователей, делая образовательный процесс более интуитивно понятным и доступным. Это может включать адаптацию для различных устройств, возрастных групп и уровней доступности. Использование дизайн-системы позволяет разработчикам и дизайнерам быстро создавать и внедрять обновления и выпускать новые образовательные курсы.



Рис. 2. «Интерактивная система умных постаматов в Московском метрополитене» (проект 2 курса 2023 г., автор С. Летяев, руководитель ст. преп. Е. В. Иванова)

Реорганизация административной системы РГХПУ им. С. Г. Строганова (рис. 3) реализована путем создания мультимедийного комплекса интерактивных решений на примере приложения для ПК и смартфонов. Система дополнена интерактивным мобильным виджетом, который позволяет узнавать о важных изменениях, не заходя в само приложение. Дизайн приложения имеет монохромную цветовую гамму, акцентированную яркими цветами-«маркерами». Уникальные графические иллюстрации (например, памятник С. Г. Строганову) добавляют структурному продукту творческую

ноту и улучшают пользовательское взаимодействие, персонализируют систему.

В современном мире следование принципам инклюзивности делает интерфейсы более гуманными и доступными для широких масс. Современное понимание интерактивного инклюзивного дизайна звучит так: «он устраняет предубеждения и предположения в дизайне... чтобы пользователи не чувствовали себя отверженными из-за проблем со здоровьем, демографических особенностей или других временных или постоянных обстоятельств» [7]. Проект «Интерактивная система образовательного

инклюзивного пространства» (рис. 4) состоит из 5 городских локаций, в каждой из которых есть мультимедийный павильон, посвященный определенному органу чувств. Задача павильона –

дать почувствовать пользователю опыт человека с особенностями восприятия. Мобильное приложение играет роль «проводника» в теме инклюзивности.

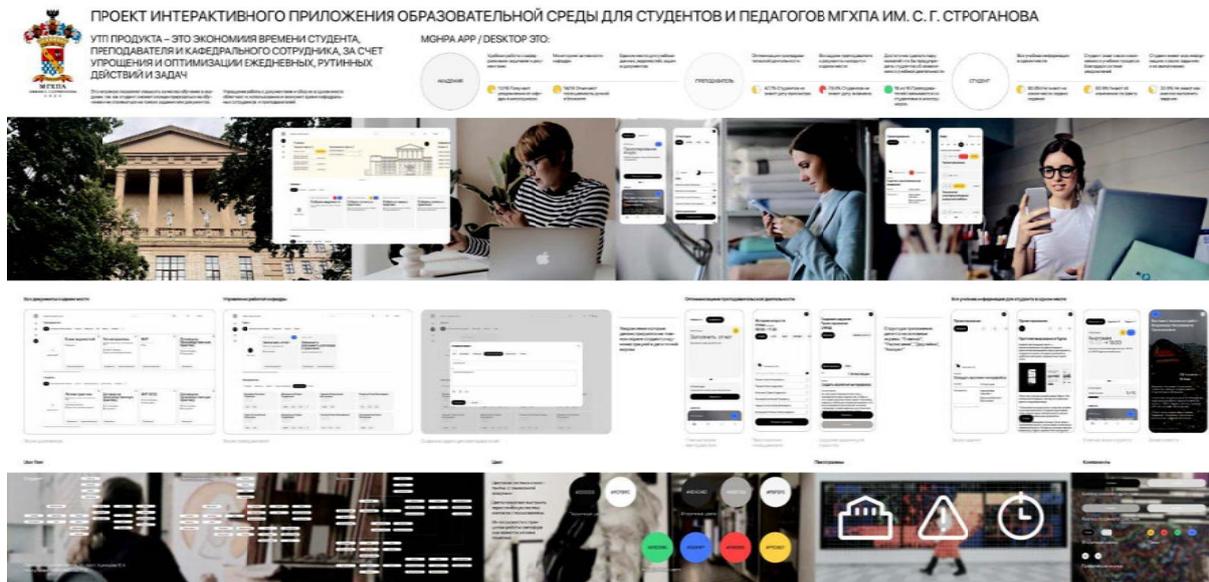


Рис. 3. «Проект интерактивного приложения образовательной среды для студентов и педагогов РГХПУ (МГХПА) им. С. Г. Строганова» (проект 4 курса 2021 г., автор П. Бекасов, руководитель доцент Е. А. Кузнецова, консультант ст. преп. Е. В. Иванова)



Рис. 4. «Интерактивная система образовательного инклюзивного пространства» (проект 2 курса 2023 г., автор А. Арончик, руководитель ст. преп. Е. В. Иванова)

В проекте «Интерактивная система студенческого коворкинга в парке „Покровское-Стрешнево“» (рис. 5) основной задачей было улучшить учебный процесс за счет создания экстерьерной учебной зоны. Роль интерактива

в данном проекте заключается в создании нового пользовательского опыта в различных зонах (коворкинги, лектории, спортивная зона, кино-театр). Приложение и интерактивные стенды регулируют загрузку общих зон, позволяют соз-

давать свои мероприятия и посещать лекции по расписанию университета.

Цифровизация экстерьерных зон (парковых, рекреационных) не противоречит заботе об экологии, а, наоборот, поддерживает ее. Множество городских парков и усадеб уже имеют свои мобильные приложения и QR-коды, расположенные на культурных памятниках. Например, в проекте «Интерактивная система навигации в музее-усадьбе „Кусково“»

(рис. 6) навигация реализована в форме интерактивного квеста – посетителю необходимо пройти предложенные задания одно за другим и таким образом узнать не только о существующих объектах парка, но также об утраченных на данный момент. Дизайн проекта переосмысливает исторический стиль с помощью актуальной графики и удобного интерфейса, что делает пространство парка более современным и дружелюбным.

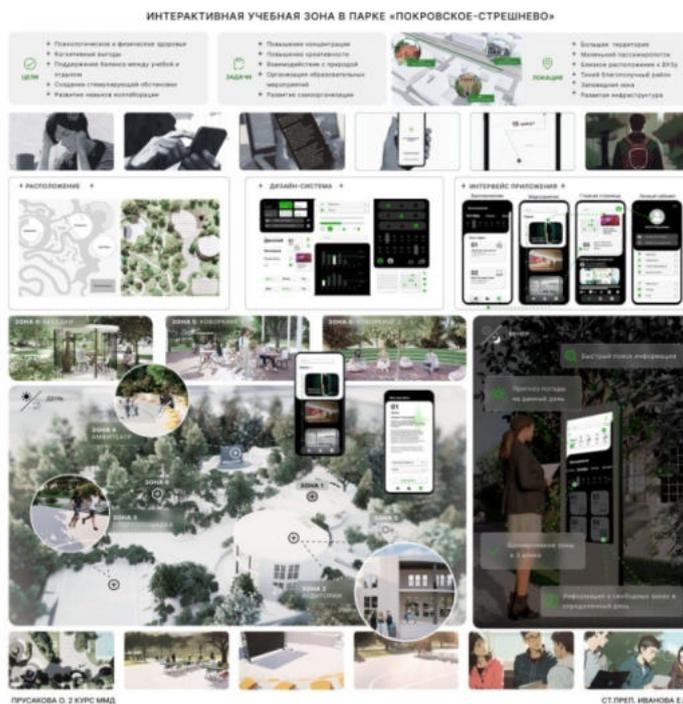


Рис. 5. «Интерактивная система студенческого коворкинга в парке „Покровское-Стрешнево“» (проект 2 курса 2023 г., автор О. Прусакова, руководитель ст. преп. Е. В. Иванова)

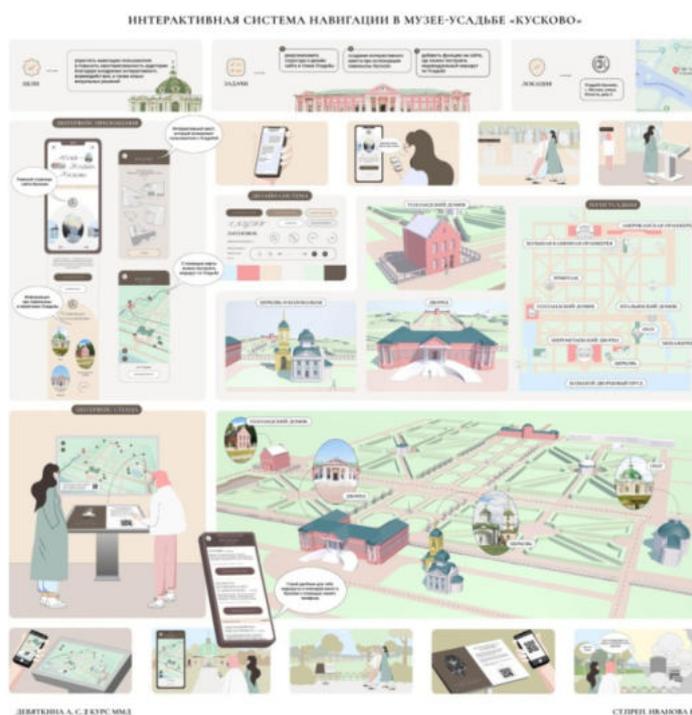


Рис. 6. «Интерактивная система навигации в музее-усадьбе „Кусково“» (проект 2 курса 2023 г., автор А. Девяткина, руководитель ст. преп. Е. В. Иванова)

ВЫВОДЫ

В современных городах цифровое пространство сыграло ключевую роль в развитии концепции «умных городов», а цифровые технологии все чаще используются для решения городских проблем и улучшения качества жизни горожан. Сохранение консистентности интерфейсов цифровых экосистем возможно бла-

годаря современным инструментам, таким как дизайн-система. Опыт учебного проектирования позволяет добавить экспериментальный подход в решение системных задач, рассмотреть урбанистику сквозь новую оптику и развивать дизайн в сторону улучшения коммуникации и расширения пользовательских сценариев.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. М. : ГУ – ВШЭ, 2001. С. 481.
2. Маккуайр С. Медийный город. Медиа, архитектура и городское пространство. М. : StrelkaPress, 2014. С. 27.
3. Рябинина-Задерновская В. Е. Формирование городской идентичности средствами графического дизайна (на примере Санкт-Петербурга) // Технологии и качество. 2023. № 3(61). С. 57–63.
4. Генисаретский О. И. Деятельность проектирования и социальная система. Научный отчет по теме 1(1а). ВНИИТЭ ГКНТ. 1967 // Теоретические и методологические исследования в дизайне. Избранные материалы. Ч. 1. Труды ВНИИТЭ. Техническая эстетика. Вып. 61. М. : ВНИИТЭ, 1990. С. 41–47.
5. Яцюк О. Мультимедийные технологии в проектной культуре дизайна: гуманитарный аспект : дис. ... д-ра искусствоведения. М. : ВНИИТЭ, 2009. 447 с.
6. Мочалова Л. В., Мамедова И. Ю. Методы исследования пользовательского опыта в разработке дизайна интерфейса // Технологии и качество. 2023. № 2(60). С. 55–61.
7. Что такое инклюзивный веб-дизайн и как его создать? // База ресурсов UPROCK.ru : офиц. сайт компании. URL: <https://www.uprock.ru/articles/chto-takoe-inklyuzivnyy-veb-dizayn-i-kak-ego-sozdat> (дата обращения: 31.01.2024).

REFERENCES

1. Kastel's M. The Information Age: Economy, society and culture*. Moscow, GU – VSHE, 2001. P. 481. (In Russ.)
2. Makkuajr S. Media city. Media, architecture and urban space. Moscow, Strelka Press Publ., 2014. P. 27. (In Russ.)
3. Ryabinina-Zadernovskaya V. E. Formation of city identity by means of graphic design (the example of Saint Petersburg). *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies&Quality]. 2023;3(61):57–63. (In Russ.)
4. Genisaretskij O. I. Deyatel'nost' proektirovaniya i social'naya sistema. Nauchnyj otchet po teme 1(1a)*. VNIITE GKNT. 1967. *Teoreticheskie i metodologicheskie issledovaniya v dizajne. Izbrannye materialy. Ch. 1. Trudy VNIITE. Tekhnicheskaya estetika. Vyp. 61* [Theoretical and methodological research in design. Selected materials. Part 1. Proceedings of VNIITE. Technical aesthetics. Iss. 61]. Moscow, VNIITE, 1990. P. 41–47. (In Russ.)
5. Yacyuk O. Multimedia technologies in the design culture of design: the humanitarian aspect: Dr. Arts diss. Moscow, VNIITE, 2009. 447 p. (In Russ.)
6. Mochalova L. V., Mamedova I. Yu. Methods of user experience research interface design development. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies&Quality]. 2023;2(60):55–61. (In Russ.)
7. What is inclusive web design and how to create it? UPROCK.ru. URL: <https://www.uprock.ru/articles/chto-takoe-inklyuzivnyy-veb-dizayn-i-kak-ego-sozdat> (accessed 31.01.2024). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 7.02.2024
Принята к публикации 6.03.2024

*Перевод названия источника выполнен автором статьи / Translated by author of the article.

Научная статья

УДК 671.1: 391.4: 739.2: 673.4: 678.5-1; 715.03

EDN DBJJZG

doi 10.34216/2587-6147-2024-1-63-77-81

Татьяна Игоревна Жирова¹

Сергей Ильич Галанин²

Ольга Владимировна Иванова³

^{1,2,3} Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

¹ pariisk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3532-9362>

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

³ olgavladivanov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5173-0861>

ГАЛЬВАНОПЛАСТИЧЕСКИЕ АКСЕССУАРЫ ДЛЯ ОДЕЖДЫ, СУМОК И ОБУВИ

Аннотация. В работе рассмотрены особенности дизайна фурнитуры модной одежды, галантереи и обуви. Отмечено, что в сложившихся условиях глобальной конкуренции производителей применение оригинальных решений в дизайне обуви, швейных и галантерейных изделий, основанных на применении новых материалов, новых методов проектирования и изготовления, способствует успешному продвижению товаров на рынке за счет расширения ассортимента, создания авторских и массовых ультрамодных изделий с уникальными эстетическими свойствами. Отмечены различия в условиях эксплуатации различных групп фурнитуры и требования к их эксплуатационным характеристикам. Рассмотрены возможные технологии и материалы для их изготовления. Показано, что возможной альтернативой используемым при их производстве технологиям является гальванопластическое формообразование фурнитуры, обладающее рядом неоспоримых преимуществ.

Ключевые слова: дизайн фурнитуры галантереи, одежды и обуви; условия эксплуатации фурнитуры галантереи, одежды и обуви; материалы и технологии изготовления фурнитуры галантереи, одежды и обуви; гальванопластика, фурнитура, швейные и галантерейные изделия, проектирование

Для цитирования: Жирова Т. И., Галанин С. И., Иванова О. В. Гальванопластические аксессуары для одежды, сумок и обуви // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 77–81. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-77-81>.

Tatiana I. Zhirova¹

Sergey I. Galanin²

Olga V. Ivanova³

^{1,2,3} Kostroma State University, Kostroma, Russia

GALVANOPLASTIC ACCESSORIES FOR CLOTHING, BAGS AND SHOES

Abstract. The paper considers the peculiarities of design of fittings for fashionable clothing, haberdashery and footwear. It is noted that in the current conditions of global competition between manufacturers, the use of original solutions in the design of footwear, clothing and haberdashery products, based on the use of new materials, new methods of design and manufacturing, contributes to the successful promotion of goods in the market by expanding the range, creating author's and mass ultra-fashionable products with unique aesthetic properties. Differences in operating conditions of different groups of fittings and requirements to their performance characteristics are noted. Possible technologies and materials for their manufacture are considered. It is shown that a possible alternative to the technologies used in their production is galvanoplastic shaping of fittings, which has a number of undeniable advantages.

Keywords: haberdashery fittings design, clothes and footwear; haberdashery, clothes and footwear fitting usage conditions; production conditions; electroplating, accessories, sewing and haberdashery, designing

For citation: Zhirova T. I., Galanin S. I., Ivanova O. V. Galvanoplastic accessories for clothing, bags and shoes. Technologies & Quality. 2024. No 1(63). P. 77–81. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-1-63-77-81>.

В современном мире изделия легкой промышленности (одежда, сумки, обувь, аксессуары и т. д.) стали неотъемлемой составляющей нашей жизни. В сложившихся условиях глобальной конкуренции производителей применение оригинальных решений в дизайне обуви, швейных и галантерейных изделий, основанных на использовании новых материалов, новых методов проектирования и изготовления, способствует успешному продвижению товаров на рынке за счет расширения ассортимента, создания авторских и массовых ультрамодных изделий с уникальными эстетическими свойствами.

Особенностями креативного модного сектора является высочайший динамизм, быстрая скорость изменения всех процессов, жесткая конкуренция между модными брендами.

Мета-тренды в индустрии аксессуаров и фурнитуры традиционно задают люксовые бренды. Согласно статистическим данным аукционного дома, в топе продаж находятся изделия от Hermès, Chanel и Louis Vuitton. При этом 80 % наиболее ценных экземпляров – это сумки от Hermès. За ними идут сумки и аксессуары от Dior, Gucci, Bottega Veneta и др.

Например, люксовый модный дом Chanel до 2008 года использовал для нанесения на цепочки, застежки и логотипы 24-каратное золото. Сегодня тренды ответственного потребления диктуют более демократичную моду, поэтому люкс в том же ценовом сегменте предлагает более доступную фурнитуру, а компания в своих бутиках – услугу повторного золочения при стирании покрытия на элементах элитных сумок, обуви и аксессуарах.

Особняком от эксклюзивных подиумных аксессуаров стоят сумки от Hermès. Они считаются штучным товаром, ставшим благодаря безупречному качеству и продуманной маркетинговой кампании предметом роскоши. Компания дает пожизненную гарантию на изделия и фурнитуру. Изначально сумки Birkin от Hermès выпускались с палладиевой фурнитурой. Сегодня элитный модный дом для производства фурнитуры используется палладий в чистом виде или с позолотой. Поэтому скобы, внутренний замок, застежки на внешнем замке – особого качества, они зеркально блестящие и не теряют блеск и цвет. Во флагманских моделях вся фурнитура может быть выполнена из драгоценных металлов.

Особой историей обладают пряжки ремней и фирменные броши на элитной обуви, которые являются визитной карточкой модных брендов. Например, прямоугольная пряжка

в серебристом цвете, инкрустированная кристаллами, которая украшает носок легендарных туфель-лодочек Hangisi от Manolo Blahnik является произведением ювелирного искусства.

Именно качество фурнитуры в дополнение к нюансам технологии зачастую является одним из показателей оригинальности продукта известных брендов.

Далее особенности технологии и нюансы в производстве фурнитуры переходят из люкса в Pret-a-Porter de Luxe, затем в Pret-a-Porter, диффузные бренды, далее идут бренды знаменитостей и массовый рынок масс-маркет.

В процессе проектирования обязательно возникает вопрос об использовании фурнитуры и аксессуаров для моделей разного уровня, так как эти элементы в значительной степени определяют ценообразование изделий. В зависимости от дизайна изделий фурнитура и аксессуары могут быть в большей или меньшей степени функциональны, их габариты и эстетическая значимость могут изменяться в широких пределах. В статье сделана попытка проанализировать возможные технологии изготовления этих элементов и используемые при этом материалы.

Эксплуатационная характеристика аксессуаров, материалы и технология изготовления. Часть аксессуаров – замки, пуговицы, пряжки, накладные уголки, цепи-ручки и т. п. при эксплуатации подвержены постоянным механическим воздействиям: трению элементов друг о друга, прикосновениям рук, тканей одежды и др. (рис. 1).

Такие элементы целесообразно изготавливать цельнометаллическими с использованием литья, штамповки, вырубки, гибки, лазерной вырезки и других технологических операций. При этом толщины металла должны обеспечивать достаточную жесткость и высокую износостойкость при эксплуатации. Декоративные покрытия на них (металлические, полимерные, стеклообразные, конверсионные и др.), нанесенные или сформированные различными способами, должны обладать достаточными толщинами и износостойкостью, чтобы сохранять свои декоративные функции при эксплуатации длительное время.

Однако существует широкий перечень элементов в галантерее, которые выглядят как цельнометаллические. Чаще всего это эксклюзивная высокомодовая фурнитура (накладки, ручки, декоративная часть замков, а также порой целые части корпуса изделия), имеющая художественную и эстетическую ценность. Они

могут быть весьма значительных размеров, не подвергаются при эксплуатации существенным механическим воздействиям и истиранию

и, кроме своей декоративности, должны обладать небольшим весом для облегчения носки изделий (рис. 2).

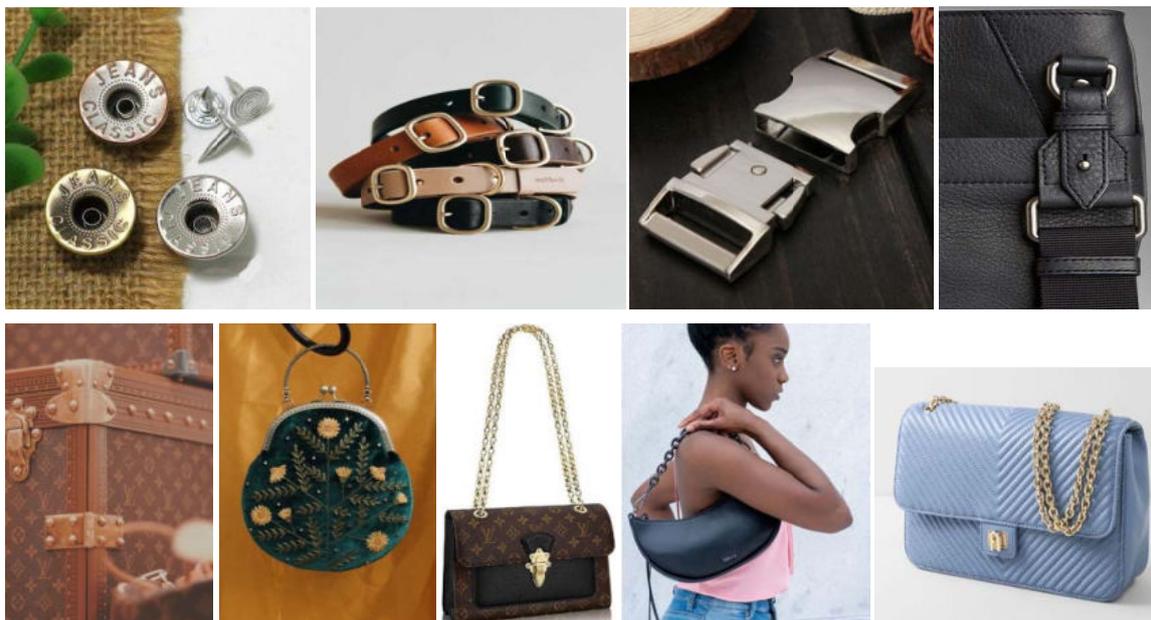


Рис. 1. Металлические аксессуары (фурнитура) одежды и сумок, подвергающиеся при эксплуатации постоянным механическим воздействиям (изображения из открытых источников)

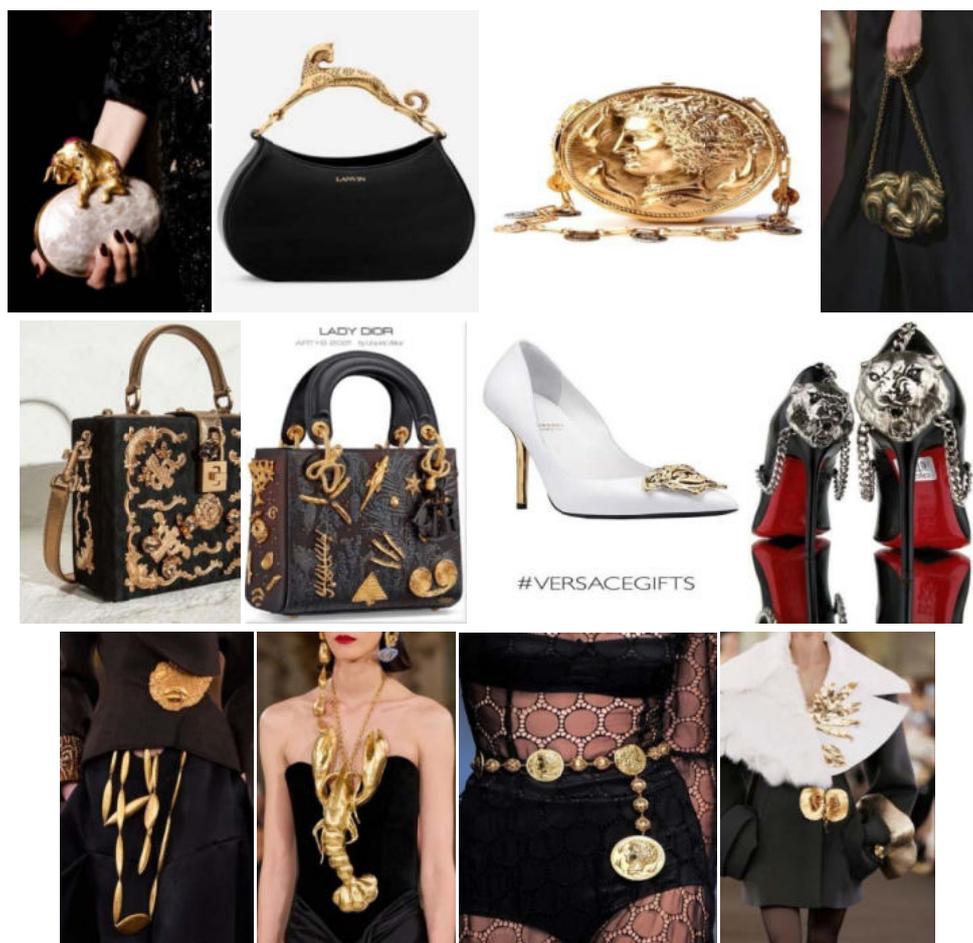


Рис. 2. Эксклюзивная модная фурнитура галантереи, одежды и обуви (изображения из открытых источников)

В этом случае возможны несколько вариантов их изготовления, имеющих свои достоинства и недостатки.

1. Формирование полых металлических изделий методом «прямого» литья по выплавляемым моделям. В этом случае толщины металла составляют величины 1...1,5 мм, что приводит к достаточно высокому конечному весу. Однако такие изделия достаточно прочные и не сминаются при эксплуатации. Кроме того, получение крупных изделий таким способом затруднено из-за особенностей технологического оборудования [1–3].

2. Формирование изделий из различных пластмасс с последующим вакуумным напылением металлического покрытия или осаждением его химической металлизацией. Плотность пластмасс в среднем лежит в диапазоне 1,0...1,6 г/см³, а толщины напыленного и осажденного металла незначительны (не более 1 мкм). Следовательно, изделия будут достаточно легкие, но неустойчивые к истиранию, плохо переносящие пониженные температуры окружающей среды, что сокращает срок их эксплуатации [4].

3. Получение моделей изделий из легких воскообразных полимеров с последующим осаждением металла методом гальванопластики.

Для сохранения жесткости изделия материал модели в последующем не удаляется. В среднем удельный вес воскообразных полимеров незначительно меньше пластмасс. Но толщина осажденного металла составляет величины порядка 100...200 мкм. В этом случае вес изделий соизмерим с весом изделий, полученных вторым способом. Но устойчивость к истиранию выше в связи с большими толщинами металла. Как правило, на поверхность моделей осаждается медь, поверхность которой в дальнейшем может покрываться конверсионными покрытиями или гальванически драгоценными металлами [5–9].

Сравнительный анализ этих трех технологий показывает, что предпочтительной технологией является гальванопластическое формирование металлических осадков на поверхности полимерной модели.

ВЫВОДЫ

Фурнитура и аксессуары высокомодежной галантереи и обуви требуют новых материалов и новых технологических подходов при их изготовлении. Возможной альтернативой используемым при их изготовлении технологиям и материалам является гальванопластическое формирование металлических изделий, обладающее рядом неоспоримых преимуществ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2023. 172 с. 1 CD-ROM.
2. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология изготовления современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. 183 с.
3. Галанин С. И., Арнольди Н. М., Зезин Р. Б. Технология ювелирного производства / под общ. ред. Ю. А. Василенко. М. : СПМ-Индустрия, 2017. 511 с.
4. Галанин С. И. Неметаллические материалы для ювелирно-художественных изделий : учеб. пособие. М. : Palmarium Academic Publishing, 2012. 221 с.
5. Галанин С. И., Жирова Т. И. Особенности дизайна, конструкции и технологии изготовления гальванопластических ювелирных изделий // Технологии и качество. 2021. № 4. С. 47–53.
6. Галанин С. И., Жирова Т. И. Использование 3D-моделей из токопроводящих пластиков для гальванопластики // Технологии и качество. 2020. № 1(47). С. 26–31.
7. Галанин С. И., Жирова Т. И. Гальванопластические покрытия на сложнопрофилированных моделях из токопроводящего и токонепроводящего пластика // Электронная обработка материалов. 2020. Т. 56, № 3. С. 9–16.
8. Galanin S. I., Zhirova T. I. Electroplating Coatings on Complex Profiled Models Made of Conductive and Current-Conducting Plastic // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2021. Vol. 57, No 1. P. 51–58.
9. Галанин С. И., Колодий-Тяжов Л. А., Бушневская Е. А. Защитно-декоративные свойства цветных золотых гальванических покрытий // Практика противокоррозионной защиты. 2018. № 1(87). С. 54–62.

REFERENCES

1. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. 172 p. (In Russ.)
2. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Design, materials and manufacturing technology of modern jewelry and artproducts. Kostroma, Kostrom. St. Tekhnol. Univ. Publ., 2014. 183 p. (In Russ.)
3. Galanin S. I., Arnoldi N. M., Zezin R. B., Vasilenko Yu. A. (ed.). Jewelry Manufacturing Technology. Moscow, SPM-Industriya Publ., 2017. 511 p. (In Russ.)
4. Galanin S. I. Non-metallic materials for jewelry and art products. Moscow, Palmarium Academic Publishing, 2012. 221 p. (In Russ.)
5. Galanin S. I., Zhirova T. I. Features of design, construction and technology of manufacturing galvanoplastic jewelry *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;4(54):47–53. (In Russ.)
6. Galanin S. I., Zirova T. I. Using 3D models from conductive plastics for electroforming. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2020;1(47):26–31. (In Russ.)
7. Galanin S. I., Zirova T. I. Electroplated coatings on complex-shaped models made of conductive and non-conductive plastic. *Elektronnaya obrabotka materialov* [Electronic Processing of Materials]. 2020;56.3:9–16. (In Russ.)
8. Galanin S. I., Zhirova T. I. Electroplating Coatings on Complex Profiled Models Made of Conductive and Current-Conducting Plastic. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2021;57.1:51–58.
9. Galanin S. I., Kolodij-Tyazhov L. A., Bushnevskaya E. V. Protective and decorative properties of coloredgold electroplated coatings. *Praktika protivokorroziyjnoj zashchity* [Practice corrosion protection]. 2018;1(87):54–62. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 2.02.2024
Принята к публикации 6.03.2024

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).

Для отправки статьи в редакцию можно воспользоваться сервисом «ПОДАТЬ СТАТЬЮ» на официальном сайте журнала tik.ksu.edu.ru. После заполнения всех полей необходимо ознакомиться с лицензионными условиями и поставить в соответствующем окне отметку о согласии с условиями публикации, затем прикрепить оформленную строго по требованиям журнала статью в форматах *.doc (*.docx), *.pdf.

В течение недели статья будет рассмотрена на соответствие всем формальным показателям, после чего автору будет направлен ответ о приеме/неприеме статьи.

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.

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 вручную.

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. 216 p.
- 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 в квадратных скобках;
- 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.

Подробную информацию по оформлению статьи

и составлению списка источников см.:

<https://tik.ksu.edu.ru/documents/journal/requirements.ru.pdf>.

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2024 – № 1(63)

МАРТ

Рецензируемый периодический научный журнал

Учредитель и издатель:

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Костромской государственный 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)
Регистрационный номер: ПИ № ФС 77-75262 от 7.03.2019 г.*

16+

Подписной индекс 94269 в каталоге «Пресса России»

Редактор	О. В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н. И. Поповой
Перевод	С. А. Грозовского

Издательско-полиграфический отдел
Костромского государственного университета

Подписано в печать 20.03.2024. Дата выхода в свет 2.08.2024. Формат бумаги 60×90 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 10,5. Заказ 49. Тираж 500.
Цена свободная.

Адрес учредителя, издателя и редакции журнала:
156005, Костромская обл., г. Кострома, ул. Дзержинского, 17/11
tik@ksu.edu.ru

Отпечатано ИПО КГУ
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17/11
Т. 63-49-00, доб. 3110. E-mail: ipo@ksu.edu.ru

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны