



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

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

Издается с 1999 года

2 0 2 1

№ 4(54)

ДЕКАБРЬ

TECHNOLOGIES & QUALITY

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

Appears since 1999

2 0 2 1

№ 4(54)

DECEMBER

Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**Главный редактор**

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

Ответственный редактор

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

СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ГРЕЧУХИН

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственный университет

КОНСТАНТИН СЕРГЕЕВИЧ ИВШИН

доктор технических наук, профессор,
Удмуртский государственный университет (г. Ижевск)

ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА

кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственный университет

МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственный университет

ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА

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

МИХАИЛ ОЛЕГОВИЧ КОЛБАНЕВ

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

АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

ВЯЧЕСЛАВ ПЕТРОВИЧ ЛУГОВОЙ

кандидат технических наук, доцент, Белорусский
национальный технический университет (г. Минск)

АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН

доктор технических наук, профессор,
Ивановский государственный политехнический университет

СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН

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

НАДЕЖДА АНАТОЛЬЕВНА СМИРНОВА

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВЕРОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственный университет

ВЕЙЛИН СЮ

профессор, Уханьский текстильный университет (КНР)

САЛОХИДДИН ЗУНУНОВИЧ ЮНУСОВ

доктор технических наук, профессор,
Российский государственный университет нефти и газа
(НИУ) им. И. М. Губкина (филиал, г. Ташкент)

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

KONSTANTIN SERGEYEVICH IVSHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Udmurt State University (Izhevsk)

LYUDMILA YURYEVNA KIPRINA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELEV

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

ZHANNA YURYEVNA KOYTOVA

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

MIKHAIL OLEGOVICH KOLBANEV

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

ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

VYACHESLAV PETROVICH LUGOVOY

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Belarusian National Technical University (Minsk)

ALEKSEY YURYEVICH MATROHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN

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

NADEZHDA ANATOLEVNA SMIRNOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

WEILIN XU

Professor, Wuhan Textile University (China)

SALOHIDDIN SUNUNOVICH YUNUSOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Branch of Gubkin Russian State University of Oil and Gaz
(National research University) in Tashkent

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

**Морозова И. И., Тихонова Н. В.,
Тимошина Ю. А., Вознесенский Э. Ф.**
Исследование защитных
и эксплуатационных свойств
сорбционно-фильтрующего текстильного материала

**5 Morozova I. I., Tikhonova N. V.,
Timoshina Yu. A., Voznesensky E. F.** **5**
Research of protective
and operational properties
of sorption-filtering textile material

Петухов А. Н., Давыдов А. Ф.
Влияние стирок на теплофизические свойства
текстильного материала при воздействии
теплового потока открытого пламени
и нагревательного элемента

10 Petukhov A. N., Davydov A. F. **10**
Influence of washing
on textile material thermal properties
under exposure of an open flame
and heating element heat flow

Сорокин Д. В., Никифоров А. Л.
Исследование влияния
эксплуатационных факторов
на показатели теплозащиты пакета материалов бое-
вой одежды пожарного

16 Sorokin D. V., Nikiforov A. L. **16**
Investigation of the influence
of operational factors on the heat-protective
characteristics of a package of materials
for firefighter combat clothing

Зими́на М. В., Груздева А. П., Чагина Л. Л.
Методика исследования и прогнозирования
характеристик жесткости при изгибе материалов
для проектирования адаптивной одежды людей
с ограниченными двигательными возможностями

22 Zimina M. V., Gruzdeva A. P., Chagina L. L. **22**
Methodology for the study and prediction
of stiffness characteristics during bending trials
for the design of adaptive clothing
for people with motor disabilities

ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЫРЬЯ

TECHNOLOGY AND PRIMARY PROCESSING OF TEXTILE FABRICS AND RAW MATERIALS

Муродов О. Ж., Рузметов М. Э.
Изучение изменения технологических показателей
хлопка-сырца при складировании

30 Murodov O. Zh., Ruzmetov M. E. **30**
Study of changes in the technological
performance of raw cotton when storing

**Гречухин А. П., Хабидуллоев А.,
Бегназаров Б. Э., Рудковский М. Д.**
Сравнительное моделирование разрушения
мягкой броневой преграды с использованием
двух- и трехмерных текстильных материалов
на основе ортогональных тканей

**37 Grechukhin A. P., Khabibulloev A. T.,
Begnazarov B. E., Rudkovskiy M. D.** **37**
Comparative modelling of the destruction
of a soft armour barrier using
two- and threedimensional textile materials
based on orthogonal fabrics

Рудовский П. Н., Белова И. С.
Выбор клеящего состава
для выработки пряжи клеевым способом

43 Rudovsky P. N., Belova I. S. **43**
The choice of adhesive
for the production of yarn glue method

ДИЗАЙН

DESIGN

Галанин С. И., Жирова Т. И.
Особенности дизайна, конструкции
и технологии изготовления
гальванопластических ювелирных изделий

47 Galanin S. I., Zhirova T. I. **47**
Features of design, construction
and technology of manufacturing
galvanoplastic jewellery

Патина Т. Е., Ковалева О. В. Проектирование «индустриального» текстильного орнамента на основе идей «русского авангарда»	54	Patina T. E., Kovaleva O. V. Design of “industrial” textile ornament based on the ideas of “Russian avant-garde”	54
Денисова О. И., Денисов А. Р. Применение байесовских сетей в оценке проектов корпоративной униформы	60	Denisova O. I., Denisov A. R. Application of Bayesian networks in the evaluation of projects of corporate uniform	60
Рассадина С. П., Симоненко Д. Ю. Стул как объект массовой кастомизации	67	Rassadina S. P., Simonenko D. Yu. A chair as an object of mass customisation	67
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ	73	REQUIREMENTS TO REGISTRATION OF ARTICLE	73

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 677

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-5-9

Ирина Ивановна Морозова¹

Наталья Васильевна Тихонова²

Юлия Александровна Тимошина³

Эмиль Фаатович Вознесенский⁴

^{1,2,3,4}Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

¹irinarou@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6009-4545>

²nata.tikhonova.81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6009-4545>

³ybuki@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4684-1510>

⁴how_diss@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7493-1471>

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СОРБЦИОННО-ФИЛЬТРУЮЩЕГО ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. В статье приведены результаты исследования функционализации синтетических текстильных материалов сферическим активированным углем с применением адгезива для создания средств индивидуальной защиты (СИЗ) на основе отечественных компонентов. Особую актуальность данные материалы имеют в производстве сорбционно-фильтрующих СИЗ, которые должны обладать, наравне с высокими защитными характеристиками, высокими эксплуатационными свойствами, паро- и воздухопроницаемостью. В ходе работы исследовано влияние ВЧЕ-плазмы пониженного давления на модификацию материала основы. Доказано, что обработка плазмой нетканого полиэфирного материала (ПЭФ) ускоряет сорбционные процессы, обеспечивает равномерное покрытие волокон связующим, что позволяет сохранить воздухопроницаемость материала. Результаты проведенных экспериментальных исследований времени защитного действия по аммиаку продемонстрировали перспективы разработки отечественного сорбционно-фильтрующего текстильного материала на нетканой ПЭФ основе с закрепленным на полимерном связующем монослоем гранулированного активированного угля.

Ключевые слова: активированный уголь, сорбционно-фильтрующий материал, фильтрующая защитная одежда, нетканый полиэфирный материал, ВЧЕ-плазма, газопроницаемость, адгезия

Для цитирования: Морозова И. И., Тихонова Н. В., Тимошина Ю. А., Вознесенский Э. Ф. Исследование защитных и эксплуатационных свойств сорбционно-фильтрующего текстильного материала // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 5–9. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-5-9>.

Original article

Irina I. Morozova¹

Natalia V. Tikhonova²

Yulia A. Timoshina³

Emil F. Voznesensky⁴

^{1,2,3,4}Kazan National Research Technological University, Kazan, Tatarstan autonomy, Russia

RESEARCH OF PROTECTIVE AND OPERATIONAL PROPERTIES OF SORPTION-FILTERING TEXTILE MATERIAL

Abstract. The article presents the results of a study on the functionalisation of synthetic textile materials with spherical activated carbon using an adhesive to create personal protective equipment based on Russian components. These materials are of particular relevance in the production of sorption and filtering personal

© Морозова И. И., Тихонова Н. В., Тимошина Ю. А., Вознесенский Э. Ф., 2021

protective equipment, which must have, along with high protective characteristics, high performance properties, vapour and air permeability. In the course of the work, the influence of the plasma of a capacitive high-frequency and low-pressure discharge on the modification of the base material was investigated. It has been proven that plasma treatment of polyester nonwoven material accelerates sorption processes, ensures uniform coverage of fibres with a binder, which allows maintaining the material's air permeability. The results of studies of the material for the time of protective action on ammonia demonstrated the prospects for the development of Russian sorption-filtering textile material on a non-woven polyester base with a monolayer of granular activated carbon fixed on a polymer binder.

Keywords: *activated carbon, sorption-active material, filter protective clothing, non-woven polyester material, high-frequency capacitive plasma, gas permeability, adhesion*

For citation: Morozova I. I., Tikhonova N. V., Timoshina Yu. A., Voznesensky E. F. Research of protective and operational properties of sorption-filtering textile material. *Technologies & Quality*. 2021. No 4(54). P. 5–9. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-5-9>.

Для защиты работников от воздействия химических веществ, оказывающих негативное влияние на здоровье человека (газы, аэрозоли, кислоты и др.), применяются изолирующие или фильтрующие средства индивидуальной защиты (СИЗ). Как известно, защитные свойства любого СИЗ обеспечиваются материалом, используемым для его изготовления, и конструкцией изделия. Разработка фильтрующей защитной одежды представляет собой сложную научно-техническую задачу [1].

Защитная одежда фильтрующего типа изготавливается из одного или нескольких слоев специальных материалов, пропускающих воздух, но не пропускающих пары и газы токсичных веществ.

Защитные свойства СИЗ фильтрующего типа определяются в основном используемыми сорбентами. В качестве сорбентов применяются природные или искусственные материалы с развитой поверхностью, которые хорошо поглощают (сорбируют) вещества из окружающей среды. Их сорбционные свойства зависят от химического состава, физического состояния поверхности, параметров микро- и мезопор, площади удельной поверхности и др.

В мировой практике при создании эффективных химзащитных материалов для защитной одежды широко используется активированный уголь (АУ). Перспективным направлением разработки защитных материалов за рубежом многие годы считаются технологии с использованием АУ, включая волокна и сферические сорбенты, где несомненным лидером в производстве остается фирма Blücher GmbH (Германия) [2].

Требование обеспечения высокого уровня защитных свойств зачастую противоречит требованиям обеспечения комфортных условий эксплуатации защитной одежды. Немаловажным аспектом в создании сорбционно-фильтрующих материалов для СИЗ является обеспече-

ние комфортного уровня паро- и воздухопроницаемости, что определяет фильтрующие свойства материала.

В связи с вышеизложенным с целью импортозамещения и повышения конкурентоспособности отечественных СИЗ актуальна разработка технологий получения сорбционно-фильтрующих защитных материалов, обладающих паро- и воздухопроницаемостью, с устойчиво закрепленным АУ на поверхности, с высокими сорбционно-фильтрующими характеристиками [3].

В настоящее время в АО «ВНИИСВ» (г. Тверь) разработана технология получения высоконаполненных сорбционно-активных волокнистых материалов путем введения мелкодисперсного активного наполнителя внутрь и на поверхность полиакрилонитрильного волокна в процессе аэродинамического формования из раствора полимера [4]. АО «КазХимНИИ» является автором технологии производства химзащитного материала, содержащего в качестве основы угленасыщенную крепированную¹ бумагу, армированную с двух сторон материалом с дискретным термостойким покрытием [5].

В рамках представленной работы экспериментально исследована возможность функционализации синтетического текстильного материала сферическим АУ с применением адгезива для создания сорбционно-фильтрующих СИЗ на основе отечественных компонентов.

На первом этапе исследовано влияние адгезива на пористость и газопроницаемость текстильной основы с целью обеспечения эксплуатационных и гигиенических свойств СИЗ, для поддержания термофизиологического комфорта работников в течение рабочей смены.

Объекты и методы исследования. В качестве промышленного аналога разрабатывае-

¹ Способ отделки бумаги, который применяется для повышения относительного удлинения и придания мягкости и эластичности.

мого материала использовали волокнистый угленасыщенный материал (ВУМ) производства АО «ВНИИСВ».

В качестве текстильной основы разрабатываемого материала использовали нетканый полиэфирный (ПЭФ) материал. В качестве клеевого состава использовали водную дисперсию сополимера эфиров акриловой и метакриловой кислот «Акрилан 421» (ООО «Акрилан», г. Владимир). В качестве адсорбента использован активированный уголь в виде сферических гранул производства НПО «Неорганика» (Россия).

На первом этапе исследований образцы текстильного материала обрабатывали клеевым составом по методике, аналогичной описанной в патенте [5], нанесение клеевой композиции проводилось в один слой с расходом 1 г/см^2 .

Одним из перспективных методов повышения адгезионных свойств текстильных волокон к полимерным связующим является обработка в плазме высокочастотного емкостного (ВЧЕ) газового разряда пониженного давления. Для улучшения равномерности нанесения адгезива на текстильную основу образцы исходного материала обрабатывали ВЧЕ-плазмой пониженного давления в экспериментальной плазменной установке [6] в следующем режиме: мощность разряда $W_p = 2,0 \text{ кВт}$; рабочее давление в рабочей камере $P = 30 \text{ Па}$; расход плазмообразующего газа (воздух) $G = 0,06 \text{ г/с}$; время обработки материала $\tau = 10 \text{ мин}$.

Исследования пористости и газопроницаемости проводили на аппарате POROLUXTM100 – газожидкостной порометр. Для анализа размера пор применялся метод сканирующего давления. Стандартный анализ пористости методом газо-

динамической порометрии состоит из измерений двух кривых: мокрая кривая измеряется после пропитки образца смачивающей жидкостью, а сухая кривая измеряется на том же, не смоченном образце. Давление воздуха устанавливается в пределах выбранных границ. Расходомер контролирует поток газа, проходящего через образец. Смачивающая жидкость вытесняется из больших пор при меньшем давлении, а для опустошения меньших пор требуется более высокое давление [7].

На втором этапе текстильная основа после подготовки в ВЧЕ-плазме пониженного давления пропитывалась адгезивом с последующим закреплением на поверхности монослоя сферических гранул АУ по методике [5].

Защитные свойства опытного образца сорбционно-фильтрующего материала оценивали по времени защитного действия (ВЗД) образцов при воздействии газообразного аммиака (конц. $10,3 \pm 0,05 \text{ мг/л}$). Газообразный аммиак получен в лабораторных условиях АО «КазХимНИИ». Контроль содержания аммиака в газовой среде проводился по ГОСТ Р 12.4.286–2013. Газовоздушная смесь подавалась на образцы со скоростью $0,01 \dots 0,02 \text{ л/мин}$, площадь воздействия $20,0 \text{ см}^2$, воздух над образцами постоянно контролировался индикаторными трубками, согласно ГОСТ Р 21712–2001, секундомером фиксировалось время от начала до окончания воздействия аммиака.

Результаты и обсуждения. Параметры пористой структуры и газопроницаемости исследуемых образцов текстильной основы до и после нанесения адгезива, а также сопоставление этих параметров с аналогом российского производства представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты газожидкостной порометрии текстильных материалов

Образец	Наименьшая пора, мкм	Средний гидравлический диаметр пор, мкм	Максимальная пора (точка пузырька), мкм	Газопроницаемость, л/мин
ВУМ	3,05	16,05	66,97	90,67
Исходный нетканый ПЭФ материал	5,37	90,88	176,00	94,94
Нетканый ПЭФ материал, обработанный плазмой ВЧЕ разряда пониженного давления	3,66	25,44	179,00	94,93
Нетканый ПЭФ материал с нанесенным адгезивом	0,59	2,12	3,05	18,95
Нетканый ПЭФ материал, обработанный плазмой ВЧЕ разряда с последующим нанесением адгезива	0,47	5,38	6,26	47,86

Результаты газожидкостной порометрии (см. табл. 1) показывают, что по значениям размеров пор и газопроницаемости выбранный в качестве текстильной основы ПЭФ нетканый

материал превосходит отечественный аналог ВУМ. ВЧЕ плазменная обработка ПЭФ нетканого материала вызывает, предположительно, релаксационные процессы в материале, что

проявляется в перераспределении размеров малых и средних пор без существенного изменения значений газопроницаемости.

Нанесение клеевой композиции на нетканый ПЭФ материал приводит к заполнению пор и снижению значений газопроницаемости на 80 %. Нанесение адгезива на нетканый материал, предварительно обработанный в плазме ВЧЕ-разряда пониженного давления, приводит к снижению газопроницаемости на 50 %, что в 2,5 раза выше, чем у образца без плазменной подготовки текстильной основы. Обработка плазмой ПЭФ нетканого материала ускоряет

сорбционные процессы, обеспечивает равномерное покрытие волокон связующим, что позволяет сохранить большую часть пор незаполненными [8].

Для определения защитного действия получаемого сорбционно-фильтрующего материала образец текстильной основы обрабатывался плазмой ВЧЕ-разряда пониженного давления, наносился адгезив и монослой гранулированного АУ. Значения показателей ВЗД при воздействии газообразного аммиака для полученного образца сорбционно-фильтрующего материала и промышленного аналога представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Значения показателей ВЗД исследуемых образцов

Наименование образца	Результаты испытаний, мин
ВУМ	19
Нетканый ПЭФ материал, обработанный ВЧЕ-плазмой пониженного давления, с нанесением монослоя гранулированного АУ на полимерном связующем	19

ВЫВОД

Таким образом, результаты проведенных экспериментальных исследований продемонстрировали перспективы разработки отечественного сорбционно-фильтрующего текстильного материала на нетканой ПЭФ основе с закрепленным на полимерном связующем монослоем гранулированного АУ. ВЧЕ плазменная обра-

ботка текстильной основы перед нанесением полимерного связующего обеспечивает достаточно высокие показатели газопроницаемости. Гранулированный углеродный сорбент отечественного производства позволяет достичь уровня защитных свойств российского аналога, производимого промышленно.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Семочкин В. Н. Фильтрующие угленаполненные материалы для специальной одежды, защищающие от воздействия высокотоксичных и химически опасных веществ : дис. ... канд. техн. наук / Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2008. 140 с.
2. Синькелев А. П., Горошкин М. В., Дзюбенко А. П. Перспективы развития средств индивидуальной защиты кожи // Военная мысль. 2017. № 3. С. 59–65.
3. Разработка методики получения фильтрующе-сорбирующего текстильного материала / И. И. Морозова, Н. В. Тихонова, Ю. А. Тимошина, Э. Ф. Вознесенский // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2020. Т. 50, № 4. С. 68–71.
4. Разработка и производство сорбционно-активных нетканых материалов // Офиц. сайт АО «ВНИИСВ». URL: http://www.vniisv.com/proizvodstvo_sorbcionnoaktivnye_netkanye_materialov.aspx (дата обращения: 3.11.2020).
5. Патент РФ № 2388511 Российская Федерация, МПК А62D 5/00. Химзащитный термоклеевой композиционный материал для изготовления химзащитной одежды : № 2008140235/15; заявл. 09.10.08 : опубл. 10.05.10, Бюл. № 13 / Фатхутдинов Р. Х. ; заявитель и патентообладатель АО КазХимНИИ. 7 с.
6. Абдуллин И. Ш., Желтухин В. С., Кашапов Н. Ф. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. Казань : Изд-во Казан. у-та, 2000. 348 с.
7. Порометр POROLUX™ 100 : проспект // Porometer.ru : офиц. сайт компании ООО «ПромЭнерголаб». URL: https://www.porometer.ru/porometer_porolux_100 (дата обращения: 26.02.2021).
8. Гришанова И. А., Азанова А. А. Исследование свойств модифицированных полимерных текстильных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 21. С. 63–66.

REFERENCES

1. Semochkin V. N. Filtering carbon-filled materials for special clothing that protect against the effects of highly toxic and chemically hazardous substances: dissertation of a candidate of technical sciences. Kazan State Technological University, Kazan, 2008. 140 p.
2. Sinkelev A. P., Goroshkin M. V., Dzyubenko A. P. Prospects for the development of individual skin protection means. *Voennaya mysl'* [Military Thought]. 2017;3:59–65. (In Russ.)
3. Morozova I. I., Tikhonova N. V., Timoshin Yu. A., Voznesensky E. F. Development of a method for obtaining a filtering-sorbing textile material. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti* [Proceedings of higher educational institutions. Light industry technology]. 2020;50,4:68–71. (In Russ.)
4. Development and production of sorption-active nonwovens. URL: http://www.vniisv.com/proizvodstvo_sorbcionnoaktivnye_netkanye_materialov.aspx (date of access: 3.11.2020).
5. Patent 2388511 Russian Federation, IPC A62D 5/00. Chemical protective hot-melt composite material for the manufacture of chemical protective clothing. Application: 2008140235/15, 10/09/08; publ. 10.05.10, Bul. No 13 / Fatkhutdinov R. Kh.; applicant and patentee of Aktsionernoe obshchestvo “Kazanskij khimicheskij nauchno-issledovatel'skij institut” (RU). 7 p.
6. Abdullin I. Sh., Zheltukhin V. S., Kashapov N. F. High-frequency plasma jet treatment of materials at reduced pressures. Theory and practice of application. Kazan, Kazan. State Univ. Publ., 2000. 348 p. (In Russ.)
7. POROLUX™ 100 : Prospectus // Porometer.ru. URL: https://www.porometer.ru/porometer_porolux_100 (date of access: 02.26.2021).
8. Grishanova I. A., Azanova A. A. Study of the properties of modified polymer textile materials. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2012; 21:63–66. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 14.10.2021
Принята к публикации 18.11.2021

Научная статья

УДК 677.017

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-10-15

Александр Николаевич Петухов¹

Александр Фёдорович Давыдов²

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

¹MadAlexeZ@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9594-8096>

²adavydov46@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5671-5695>

ВЛИЯНИЕ СТИРОК НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ И НАГРЕВАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

Аннотация. Повышенные температуры являются факторами нанесения вреда здоровью и жизни человека. Для обеспечения защиты используются различные средства индивидуальной защиты, к которым относится специальная защитная одежда. В статье рассматриваются теплозащитные показатели безопасности текстильного материала. Для определения теплозащитных свойств материала используются различные виды воздействия – конвективной теплоты от нагревательного элемента и открытого пламени. Для пошива специальной защитной одежды используются ткани различного сырьевого состава и поверхностной плотности. Для исследования были выбраны пять тканей. Исследования проводились при воздействии открытого пламени и конвективного тепла нагревательного сравнимой плотности теплового потока, равной 80 кВт/м². Также проведены исследования влияния многократных циклов стирок на индекс передачи теплового излучения и показатель передачи тепла.

Ключевые слова: специальная одежда, ткани, безопасность, теплозащита, огнезащита, тепловое излучение, метод испытаний

Для цитирования: Петухов А. Н., Давыдов А. Ф. Влияние стирок на теплофизические свойства текстильного материала при воздействии теплового потока открытого пламени и нагревательного элемента // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 10–15. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-10-15>.

Original article

Alexander N. Petukhov¹

Alexander F. Davydov²

^{1,2}The Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia

INFLUENCE OF WASHING ON TEXTILE MATERIAL THERMAL PROPERTIES UNDER EXPOSURE OF AN OPEN FLAME AND HEATING ELEMENT HEAT FLOW

Abstract. Elevated temperatures are factors causing harm to human health and life. To ensure protection, various personal protective equipment is used, which includes special protective clothing. The article discusses the heat-shielding indicators of the safety of textile material. In order to determine the heat-shielding properties of the material, various types of exposure are used – convective heat from a heating element and an open flame. Fabrics of various raw materials and surface density are used for sewing special protective clothing. Five clothes were selected for the research. The research was held under the exposure of an open flame and convective heat of heating element with a comparable heat flux density equal to 80 kW/m². Also, research was held under influence of multiple wash cycles on radiant heat transfer index and heat transfer index.

Keywords: special clothing, fabrics, safety, thermal protection, fire protection, heat emission, test method

For citation: Petukhov A. N., Davydov A. F. Influence of washing on textile material thermal properties under exposure of an open flame and heating element heat flow. Technologies & Quality. 2021. No 4(54). P. 10–15. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-10-15>.

На рабочем месте работник подвергается различным рискам нанесения ущерба своему здоровью. Данные риски могут привести как к снижению работоспособности работника, так и нанести тяжкий вред здоровью человека, несовместимый с жизнью.

Риски классифицируются по видам воздействия – механические, температурные, различные излучения, действия токсичных веществ, биологические. Для обеспечения защиты от различных воздействий используются средства коллективной и индивидуальной защиты, что позволяет сохранить здоровье и жизнь человека в процессе трудовой деятельности.

Для индивидуальной защиты работника используются: различная специальная защитная одежда, защитная обувь и различные средства защиты рук, головы, лица, глаз, органов слуха и органов дыхания.

Специальная защитная одежда позволяет защитить человека от различных опасных факторов. Для каждого отдельного фактора существуют стандарты на защиту от определённого воздействия. Общие требования представлены в техническом регламенте Таможенного союза (ТР ТС) 019/2011 [1].

В статьях Е. П. Лаврентьевой [2, 3] изложены результаты исследования различных показателей качества и безопасности тканей для пошива специальной защитной одежды металлурга. Проводилась разработка трех видов тканей – одной из смеси огнестойких и натуральных волокон с пропиткой и двух из смеси только огнестойких волокон. Можно отметить, что огнезащитные ткани из химических волокон дороже, чем ткани из смеси натуральных волокон с пропиткой.

Требования по безопасности и надежности очень важны для специальной защитной одежды. В тезисах научной конференции А. А. Савинова, Т. Р. Чернышева и Ю. Я. Тюменев [4] делают вывод о том, что требования по надежности и безопасности должны оставаться на достаточном уровне в процессе многократных стирок. Можно отметить, что для обеспечения дополнительной защиты тканей из натуральных волокон возможно использование специальных пропиток для придания огнестойкости, маслоотталкивания и водоотталкивания.

Требования по безопасности и качеству имеют особое значение в нефтегазовом комплексе. Для производства специальной защитной одежды необходимо использовать анализ рисков на производстве. В статье А. Ф. Давыдова и Г. А. Ходанова [5] показана важность оцен-

ки рисков в нефтегазовом комплексе для защиты от вредных и опасных факторов, действующих на работников. Оценка рисков позволяет увеличить конкурентоспособность специальной защитной одежды и увеличить ее показатели качества.

В тезисах научной конференции А. Ф. Давыдовым и С. В. Кудринским [6] представлен выбор номенклатуры наиболее значимых показателей качества и безопасности огнезащитных тканей для нефтегазового комплекса. Были выделены четыре группы показателей: защитные, гигиенические, эксплуатационные и технологические. Из защитной группы показателей качества были выделены наиболее значимые: огнестойкость, водоупорность, электризуемость, теплозащитные свойства и стойкость к воздействию нефти и масел.

Таким образом, можно сделать вывод о важности изучения показателей безопасности и разработки методики их определения. В данной работе для исследования были выбраны ткани для пошива специальной защитной одежды от воздействия повышенных температур: Frall 440 и 330, FlameFort W-280 и 210A, TenCate Tecasafe Plus. Данные ткани различаются сырьевым составом и поверхностной плотностью.

Ткани Frall 440 и 330 изготовлены из хлопчатобумажного волокна, на поверхность ткани нанесена огнестойкая пропитка, имеют поверхностную плотность 455,1 и 343,3 г/м² соответственно. Ткани FlameFort W-280 и 210A изготовлены из арамидного волокна, и их поверхностная плотность составляет 284,4 и 221,6 г/м². TenCate Tecasafe Plus имеет поверхностную плотность 245,5 г/м² и ее сырьевой состав – 51 % модакрил, 43 % целлюлозное волокно, 5 % параамид, 1 % антистатическая нить.

Для определения теплофизических свойств материала используются стандартные методики ГОСТ Р ИСО 6942–2007 [7] и ГОСТ Р ИСО 9151–2007 [8]. Для проведения испытаний из исследуемых тканей вырезаются точечные пробы не менее трех штук для каждого испытания. По ГОСТ Р ИСО 6942–2007 размер точечной пробы составляет 230 × 80 мм, по ГОСТ Р ИСО 9151–2007 – 140 × 140 мм. Точечные пробы не менее 24 ч выдерживаются в стандартных климатических условиях по ГОСТ Р ИСО 139–2007 [9] для кондиционирования (при температуре окружающей среды (20 ± 2) °С и относительной влажности (65 ± 2) %).

По методу ГОСТ Р ИСО 9151–2007 точечная проба выдерживается под действием те-

плового потока открытого пламени горелки, и фиксируется время, необходимое точечной пробе для подъема температуры на 12 и 24 °С.

По методу ГОСТ Р ИСО 6942–2007 также фиксируется время, необходимое точечной пробе для подъема температуры на 12 и 24 °С под действием теплового излучения нагревательного элемента.

Время, необходимое образцу для подъема температуры на 24 °С, по ГОСТ Р ИСО 9151–2007 называется показателем передачи тепла при воздействии пламени НТИ (Q_0), по ГОСТ Р ИСО 6942–2007 – индексом передачи теплового излучения RНТИ (Q_0).

По ТР ТС 019/2011 на индекс передачи теплового излучения RНТИ (Q_0) установлена норма не менее 8 с при плотности теплового потока 20 кВт/м². Также в ТР ТС для показателя передачи тепла при воздействии пламени НТИ

(Q_0) установлен норматив не менее 3 с при плотности теплового потока 80 кВт/м².

Стандартная методика ГОСТ Р ИСО 6942–2007 позволяет установить уровень плотности падающего теплового потока в широком диапазоне, что позволяет сравнить полученные данные с ГОСТ Р ИСО 9151–2007 при плотности теплового потока 80 кВт/м². При этом исследуемый материал будет подвергаться различному воздействию – от открытого пламени и конвективного тепла от нагревательного элемента. В таблице 1 представлены значения индекса передачи теплового излучения RНТИ (Q_0) и показателя передачи тепла при воздействии пламени НТИ (Q_0).

Все исследуемые ткани соответствуют требованиям ТР ТС 019/2011. Для метода ГОСТ Р ИСО 6942–2007 при плотности теплового потока 80 кВт/м² норматив не предусмотрен. На основе табл. 1 построены гистограммы для двух методов (рис. 1).

Таблица 1

Значения индекса передачи теплового излучения и показателя передачи тепла при воздействии пламени

Ткань	Индекс передачи теплового излучения, с при плотности теплового потока, кВт/м ²		Показатель передачи тепла при воздействии пламени, с
	20	80	
Frall 440	15,8	5,0	5,6
Frall 330	14,1	4,5	6,0
FlameFort W-280	15,2	4,9	5,2
Flame Fort 210A	13,8	4,2	4,6
TenCate Tecasafe Plus	13,6	4,2	4,4

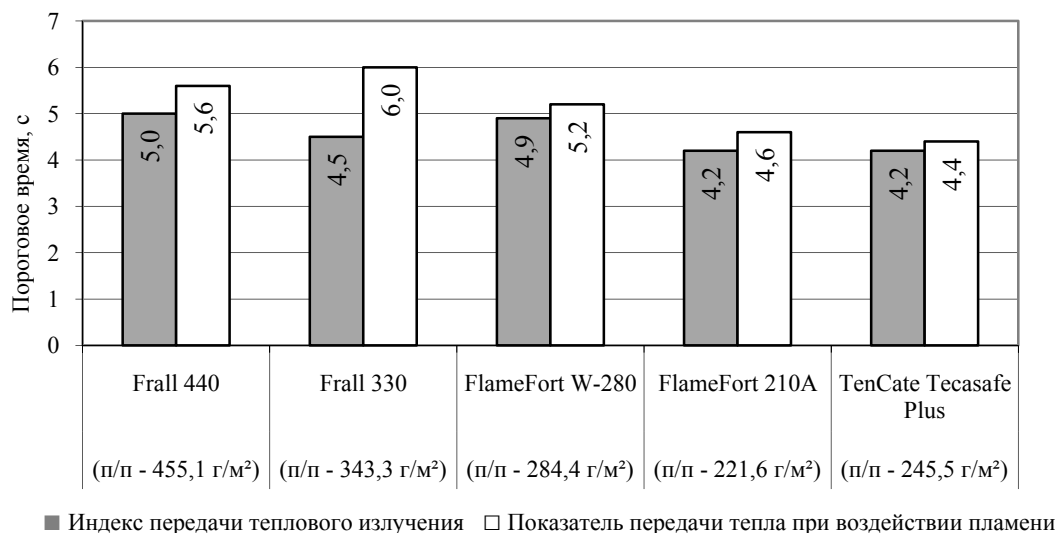


Рис. 1. Пороговое время для двух методов при плотности теплового потока 80 кВт/м²

В среднем показатель передачи тепла при воздействии пламени отличается от индекса передачи теплового излучения от 4,8 (TenCate Tecasafe Plus) до 33,3 % (Frall 330) и может составлять от 0,2 до 1,5 с. Данное отличие связано с различным воздействием на испытываемые материалы.

В процессе эксплуатации рабочая защитная одежда подвергается стиркам. Влажная обработка тканей влияет на различные показатели качества тканей – прочность, стойкость к истиранию, масло- и нефтеоталкивание, водоупорность, огнестойкость. Для исследования влияния количества циклов стирки на защитные

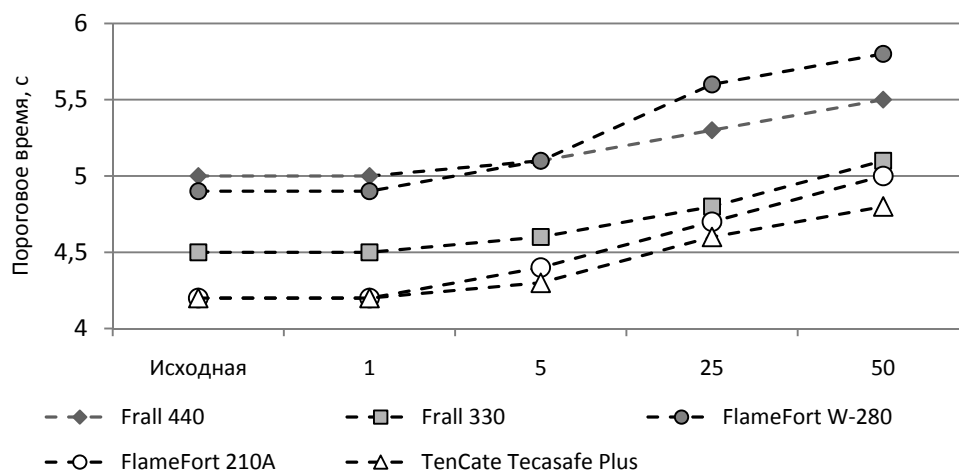
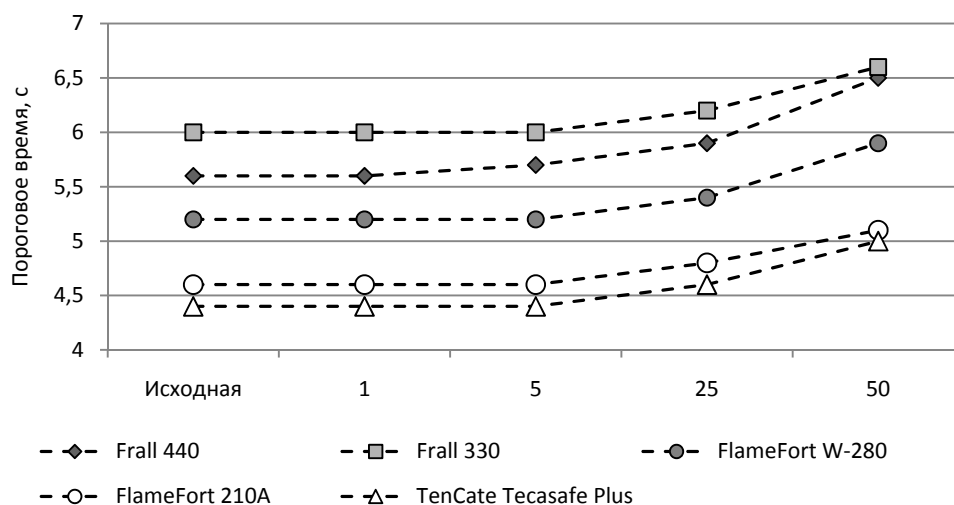
показатели тканей производилась влажно-тепловая обработка тканей по ГОСТ Р ИСО 6330–99 [10]. В таблице 2 представлены полученные данные.

На основе табл. 2 построены графики зависимости индекса передачи теплового излучения (рис. 2) и показателя передачи тепла при воздействии пламени (рис. 3) от количества стирок.

Таблица 2

Значения индекса передачи теплового излучения и показателя передачи тепла при воздействии пламени

Количество стирок	Пороговое время, с				
	Frall 440	Frall 330	FlameFort W-280	FlameFort 210A	TenCate Tecasafe Plus
Индекс передачи теплового излучения RHTI (Q_0) при 80 кВт/м ²					
Исходная	5,0	4,5	4,9	4,2	4,2
1	5,0	4,5	4,9	4,2	4,2
5	5,1	4,6	5,1	4,4	4,3
25	5,3	4,8	5,6	4,7	4,6
50	5,5	5,1	5,8	5,0	4,8
Показатель передачи тепла при воздействии пламени НТИ (Q_0) при 80 кВт/м ²					
Исходная	5,6	6,0	5,2	4,6	4,4
1	5,6	6,0	5,2	4,6	4,4
5	5,7	6,0	5,2	4,6	4,4
25	5,9	6,2	5,4	4,8	4,6
50	6,5	6,6	5,9	5,1	5,0

Рис. 2. Изменение индекса передачи теплового излучения RHTI (Q_0) в зависимости от циклов стирки при плотности теплового потока 80 кВт/м²Рис. 3. Изменение показателя передачи тепла при воздействии пламени НТИ (Q_0) в зависимости от циклов стирки при плотности теплового потока 80 кВт/м²

Индекс передачи теплового излучения до и после стирки отличается от 10,0 (Frall 440) до 19,1 % (FlameFort 210A), пороговое время варьируется от 0,5 до 0,9 с; для теплопередачи при воздействии пламени – от 10,0 (Frall 330) до 16,1 % (Frall 440) и пороговое время – от 0,5 до 0,9 с.

Показатель передачи тепла при воздействии пламени отличается от индекса передачи теплового излучения после воздействия стирок от 1,7 (FlameFort W-280) до 29,4 % (Frall 330) и пороговое время – от 0,1 до 1,5 с.

ВЫВОДЫ

1. Индекс передачи теплового излучения $R_{HTI} (Q_0)$ будет меньше показателя передачи

тепла при воздействии пламени $HTI (Q_0)$ до 1,5 с при сопоставимой плотности теплового потока 80 кВт/м². Целесообразно проводить испытания по ГОСТ Р ИСО 6942–2007 из-за отсутствия открытого пламени, что делает эту методику менее пожаро- и взрывоопасной, чем методика ГОСТ Р ИСО 9151–2007.

2. В процессе многократных стирок исследуемые ткани изменяют свои защитные свойства в пределах норм. Скорее всего, это связано с уплотнением тканей и волокон в пряже в результате влажно-тепловой обработки.

3. Показатель передачи тепла при воздействии пламени и индекс передачи теплового излучения при количестве стирок 50 увеличиваются не более чем на 1,5 с.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (ТР ТС 019/2011) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: docs.cntd.ru/document/902320567 (дата обращения: 1.09.2021).
2. Лаврентьева Е. П. Сравнительный анализ свойств огнезащитных тканей различных способов производства // Швейная промышленность. 2012. № 3. С. 40–42.
3. Лаврентьева Е. П. Сравнительный анализ свойств огнезащитных тканей и различных способов их производства // Швейная промышленность. 2014. № 1. С. 18–20.
4. Савинова А. А., Чернышева Т. Р., Тюменев Ю. Я. Надежность и безопасность – основные требования, предъявляемые к спецодежде // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2014) : сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф. (Москва, 18–19 ноября 2014 г.). М. : Моск. гос. ун-т дизайна и технологии, 2014. С. 213–214.
5. Давыдов А. Ф., Ходанов Г. А. Анализ производственных рисков нефтегазового комплекса и метода оценки специальной защитной одежды по показателям безопасности // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности : сб. материалов Всерос. науч. конф. молодых исследователей с междунар. участием (Москва, 12–15 апреля 2021 г.). М., 2021. С. 135–137.
6. Давыдов А. Ф., Кудринский С. В. Оценка показателей безопасности огнестойких тканей для спецодежды работников нефтегазового комплекса // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2015) : сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф. (Москва, 17–18 ноября 2015 г.). М. : Моск. гос. ун-т дизайна и технологии, 2015. С. 29–30.
7. ГОСТ Р ИСО 6942–2007. Система стандартов безопасности труда. Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения. Введ. 2007–07–01. М. : Стандартинформ, 2007. 11 с.
8. ГОСТ Р ИСО 9151–2007. Система стандартов безопасности труда. Одежда для защиты от тепла и огня. Метод определения теплопередачи при воздействии пламени. Введ. 2007–07–01. М. : Стандартинформ, 2007. 11 с.
9. ГОСТ Р ИСО 139–2007. Изделия текстильные. Стандартные климатические условия для кондиционирования и проведения испытаний. Введ. 2008-01-01. М. : Стандартинформ, 2007. 6 с.
10. ГОСТ Р ИСО 6330–99. Материалы текстильные. Методы бытовой стирки и сушки, применяемые для испытания тканей, трикотажных полотен и готовых изделий. Введ. 2001–01–01. М. : Изд-во стандартов, 2001. 9 с.

REFERENCES

1. Technical Regulations of the EAEU “On the safety of personal protective equipment” TR EAEU 019/2011. URL: docs.cntd.ru/document/902320567 (date of access: 1.09.2021).
2. Lavrent'eva E. P. Comparative analysis of the properties of flame-retardant fabrics of different production methods. *Shvejnaya promyshlennost'* [Clothing industry]. 2012; 3:40–42.
3. Lavrent'eva E. P. Comparative analysis of properties and various fire retardant fabrics manufacturing methods. *Shvejnaya promyshlennost'* [Clothing industry]. 2014;1:18–20.
4. Savinova A. A., Chernysheva T. R., Tyumenev Yu. Ya. Reliability and safety – the main requirements for workwear. *Dizajn, tekhnologii i innovacii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (Innovacii-2014) : sb. materialov Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. (Moskva, 18–19 noyabrya 2014 g.)* [Design, technologies and innovations in textile and light industry (Innovations-2014): collection of materials of the International Scientific and Technical Conference, Moscow, November 18–19, 2014]. Moscow State University of Design and Technology Publ., 2014:213–214. (In Russ.)
5. Davydov A. F., Khodanov G. A. Analysis of production risks of the oil and gas complex and the method of assessing special protective clothing according to safety indicators. *Innovacionnoe razvitie tekhniki i tekhnologij v promyshlennosti : sb. materialov Vseros. nauch. konf. molodyh issledovatelej s mezhdunar. uchastiem (Moskva, 12–15 aprelya 2021 g.)* [Innovative development of equipment and technologies in industry: Collection of materials of the All-Russian scientific conference of young researchers with international participation, Moscow, April 12–15, 2021]. Moscow, 2021:135–137. (In Russ.)
6. Davydov A. F., Kudrinsky S. V. Evaluation of safety indicators of fire-resistant fabrics for overalls of workers in the oil and gas complex. *Dizajn, tekhnologii i innovacii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (Innovacii-2015) : sb. materialov Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. (Moskva, 17–18 noyabrya 2015 g.)* [Design, technologies and innovations in textile and light industry (Innovations-2015): collection of materials international scientific and technical conference, Moscow, November 17–18, 2015]. Moscow State University of Design and Technology Publ., 2015:29–30. (In Russ.)
7. *GOST R ISO 6942–2007. Sistema standartov bezopasnosti truda. Odezhda dlya zashchity ot tepla i ognya. Metody ocenki materialov i paketov materialov, podvergaemyh vozdeystviyu istochnika teplovogo izlucheniya* [State Standart R ISO 6942–2007. Occupational safety standards system. Heat and fire protection clothing. Methods for evaluating materials and packages of materials exposed to a source of thermal radiation]. Introduction. 2007–07–01. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 11 p.
8. *GOST R ISO 9151–2007. Sistema standartov bezopasnosti truda. Odezhda dlya zashchity ot tepla i ognya. Metod opredeleniya teploperedachi pri vozdeystvii plameni* [State Standart R ISO 9151–2007. Occupational safety standards system. Heat and fire protection clothing. Method for determining heat transfer when exposed to flame]. Introduction. 2007–07–01. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 11 p.
9. *GOST R ISO 139–2007. Izdeliya tekstil'nye. Standartnye klimaticheskie usloviya dlya kondicionirovaniya i provedeniya ispytanij* [State Standart R ISO 139–2007. Textile products. Standard climatic conditions for air conditioning and testing]. Introduction. 2008–01–01. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 6 p.
10. *GOST R ISO 6330–99. Materialy tekstil'nye. Metody bytovoj stirki i sushki, primenyaemye dlya ispytaniya tkanej, trikotazhnyh poloten i gotovyh izdelij* [State Standart R ISO 6330–99. Textile materials. Household washing and drying methods used to test fabrics, knitted fabrics and finished garments]. Introduction. 2001–01–01. Moscow, Publishing house of standards, 2001. 9 p.

Статья поступила в редакцию 1.10.2021
Принята к публикации 18.11.2021

Научная статья

УДК 677.017

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-16-21

Дмитрий Вячеславович Сорокин¹

Александр Леонидович Никифоров²

^{1,2}Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, г. Иваново, Россия

¹element_37@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7613-3315>

²anikiforoff@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7356-9300>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАКЕТА МАТЕРИАЛОВ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО

Аннотация. Статья посвящена оценке влияния эксплуатационных факторов на теплозащитные показатели пакета материалов боевой одежды пожарного. В работе рассмотрено влияние повышенной влажности, сжатия пакета материалов, наличия светоотражающих элементов в пакете материалов одежды. Определены эксплуатационные факторы влияния на теплозащитные показатели пакета материалов боевой одежды пожарного, которые сокращают время защитного действия более, чем в 3 раза. В работе отмечается, что именно влажность и сжатие пакета материалов изменяют характер нагрева, что обусловлено увеличением теплопроводности слоев при воздействии данных факторов на пористый материал.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного, специальная защитная одежда, теплозащитные показатели, теплообмен, эксплуатационные факторы, пакет материалов, тепловой поток

Для цитирования: Сорокин Д. В., Никифоров А. Л. Исследование влияния эксплуатационных факторов на теплозащитные показатели пакета материалов боевой одежды пожарного // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 16–21. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-16-21>.

Original article

Dmitriy V. Sorokin¹

Alexandr L. Nikiforov²

^{1,2}Ivanovo Fire Rescue Academy of SFS of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF OPERATIONAL FACTORS ON THE HEAT-PROTECTIVE CHARACTERISTICS OF A PACKAGE OF MATERIALS FOR FIREFIGHTER COMBAT CLOTHING

Abstract. The article is devoted to the assessment of the impact of operational factors on the heat-protective performance of a package of materials of firefighter's combat clothing. The paper considers the influence of high humidity, compression of a package of materials, the presence of reflective elements in a package of clothing materials. The operational factors of influence on the heat-protective indicators of the package of materials of the firefighter's combat clothing, which reduce the protective action time by more than 3 times, are determined. The paper notes that it is the humidity and compression of the package of materials that change the nature of heating, which is due to an increase in the thermal conductivity of the layers when these factors affect the porous material.

Keywords: firefighter's combat clothing, special protective clothing, heat protection indicators, heat exchange, operational factors, package of materials, heat flow

For citation: Sorokin D. V., Nikiforov A. L. Investigation of the influence of operational factors on the heat-protective characteristics of a package of materials for firefighter combat clothing. Technologies & Quality. 2021. No 4(54). P. 16–21. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-16-21>.

Работы по спасению пострадавших и тушению пожаров невозможны без применения пожарными средств индивидуальной защиты (СИЗ). СИЗ служат для защиты личного состава

подразделений пожарной охраны от опасных факторов пожара, неблагоприятных климатических воздействий. СИЗ должны иметь светоотражающие нашивки для визуального наблюдения и облегчения поиска пострадавших пожарных при плотном задымлении [1].

© Сорокин Д. В., Никифоров А. Л., 2021

Главным средством защиты от опасных факторов пожара, а именно от негативных тепловых воздействий, является боевая одежда.

Боевая одежда пожарного (БОП) – это комплект многослойной специальной защитной одежды общего назначения, состоящий из куртки, брюк (полукомбинезона) и предназначенный для защиты пожарного от опасных и вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, а также от неблагоприятных климатических воздействий [2].

Пакет материалов и тканей защитной одежды пожарного изготавливается из различных материалов с наличием воздушных прослоек. Каждый слой пакета материалов имеет особое функциональное значение. Однако степень взаимодействия слоев в при различных эксплуатационных нагрузках является практически неизученной. Именно поэтому теплозащитные характеристики пакета материалов БОП при реальной эксплуатации на пожаре и в лабораторных испытаниях значительно различаются. В качестве теплоизоляционной подкладки БОП, как правило, применяются пористые материалы: войлоки, шерстяные или полшерстяные ватины, нетканые материалы из арамидных волокон. Основным недостатком этих материалов является низкая устойчивость механическому износу и, как следствие, снижение теплозащитных показателей. Современное конструктивное исполнение пакета материалов защитной одежды пожарного не является совершенным и имеет ряд существенных недостатков, что влияет на безопасность пожарного при выполнении им работ при высоких значениях температуры окружающей среды.

На основании результатов проведенного нами исследования [8] и анализа литературы

[3–7] можно констатировать, что на теплозащитные показатели специальной защитной одежды пожарного оказывает существенное влияние ряд факторов:

– высокая влажность материалов и тканей БОП, которая возникает при попадании на защитную одежду огнетушащих растворов, а также в результате значительного потоотделения человека, работающего в БОП при высоких температурах;

– сжатие теплоизолирующей подкладки БОП, возникающее под влиянием механических нагрузок при изменении положения пожарного, при давлении веса дыхательного аппарата на область плеч, а также изменении пористой структуры материала в результате механического износа;

– повышенный нагрев светоотражающих элементов (СОЭ).

С целью определения количественной оценки влияния этих факторов нами было проведено лабораторное исследование.

Исследование выполнялось на специальной лабораторной установке по определению устойчивости материалов к сдерживанию теплового потока [2]. Для исследования были подготовлены пакеты материалов БОП (производитель ЗАО «Элиот») с различной влажностью, а также наличием СОЭ.

Увлажнение материалов производилось методом равномерного нанесения одинакового количества жидкости на внутреннюю поверхность пакета материалов образцов.

Результаты испытания образцов с СОЭ приведены на рис. 1.

Результаты свидетельствуют о том, что время достижения предельно допустимого значения температуры на внутренней поверхности образцов с СОЭ составляет 187 с, что меньше времени контрольных образцов.

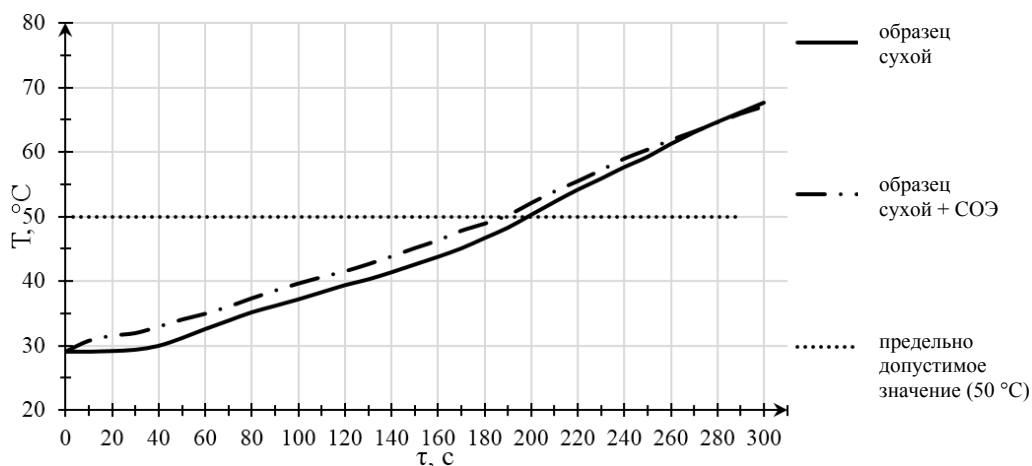


Рис. 1. Температурные зависимости на внутренней поверхности пакета материалов

Повышенный нагрев внутренней поверхности образцов с СОЭ обусловлен наличием металлов в составе светоотражающих нашивок и, как следствие, их избыточным нагревом. Разница температур внешней поверхности образцов существенна и составляет 28,1 °С (рис. 2).

На рис. 3 представлены результаты испытания образцов пакета материалов с различной влажностью.

Нагрев внутренней поверхности влажных образцов происходит значительно быстрее, чем контрольных. Время защитного действия влажных образцов сократилось более чем в 2 раза. Значения температуры внутренней поверхности в процессе испытания достигло 76,8 С, что значительно превышает предельно допустимое значение температуры в подкостюмном пространстве БОП. Высокая влажность материалов БОП оказывает существенное влияние на ско-

рость роста температуры на внутренней поверхности образцов.

На рис. 4 приведены термограммы внешней поверхности влажных образцов. Можно отметить, что наименьшее значение температуры внешней поверхности наблюдается у образца с максимальной влажностью.

Наличие влаги и ее количество в пакете материалов значительно изменяет характер его нагрева, повышает теплопроводность, за счет чего происходит снижение теплозащитных свойств и времени защитного действия всего комплекта БОП.

В процессе эксплуатации на отдельных элементах БОП происходит сжатие пакета материалов по различным причинам. Зависимости изменения температуры на внутренней поверхности образцов пакета материалов БОП при сжатии до 60 % от начальной толщины приведены на рис. 5.

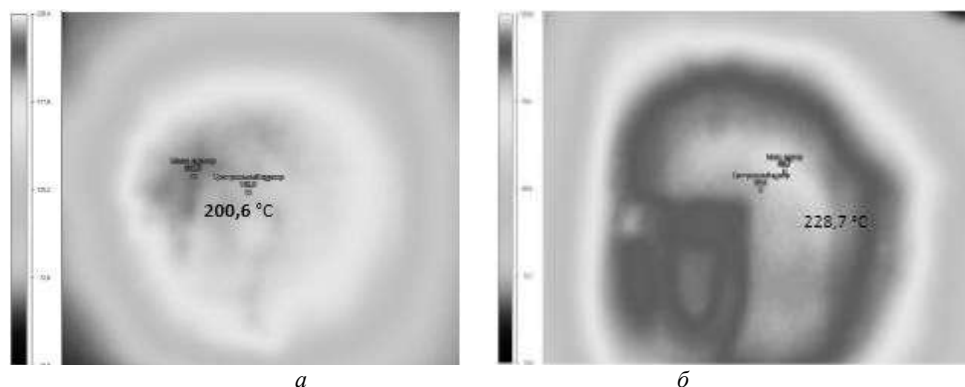


Рис. 2. Термограммы внешней поверхности образцов:
а – образец сухой; б – образец сухой + СОЭ

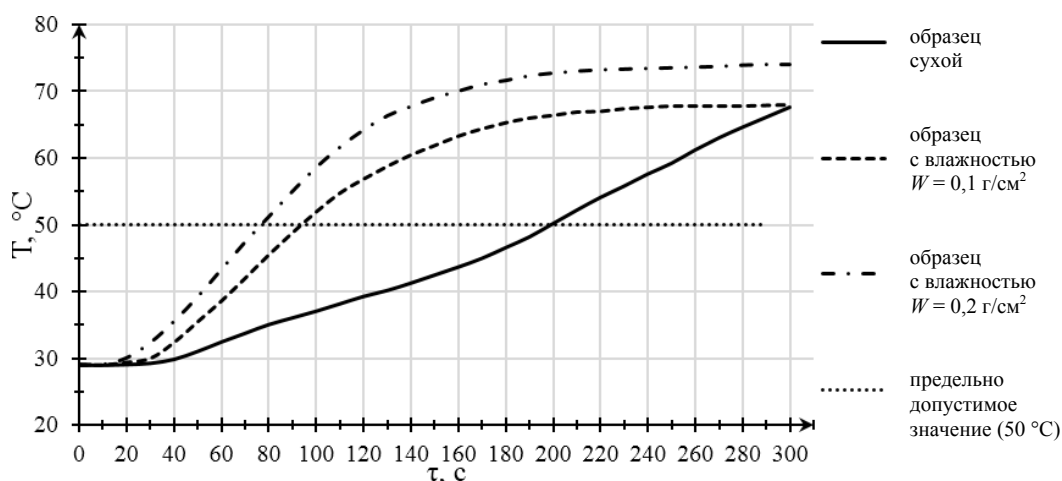


Рис. 3. Температурные зависимости на внутренней поверхности образцов пакета материалов с различной влажностью

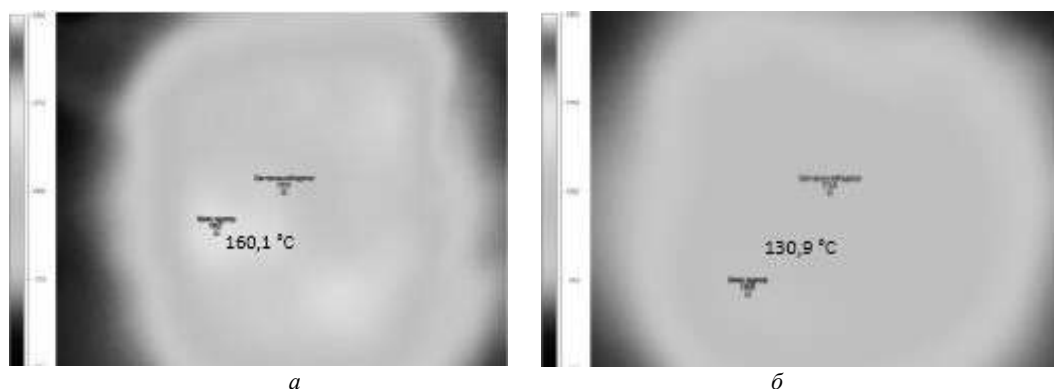


Рис. 4. Термограммы внешней поверхности образцов с различной влажностью:
а – $W = 0,1 \text{ г/см}^2$; б – $W = 0,2 \text{ г/см}^2$

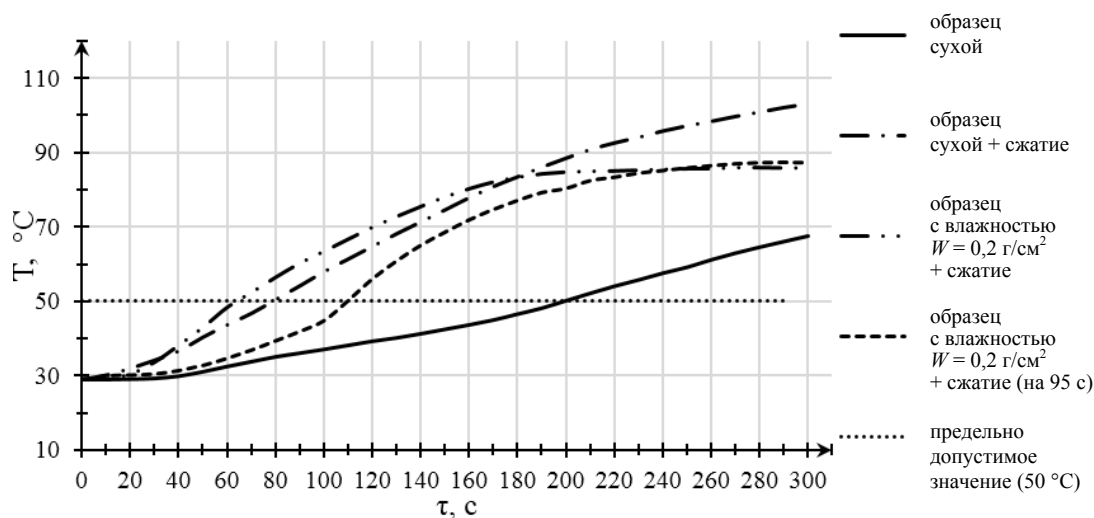


Рис. 5. Изменение температуры на внутренней поверхности образцов при сжатии

Сжатие пакета материалов характеризуется уменьшением его толщины, снижением пористости теплоизолирующего слоя, отсутствием воздушных теплоизолирующих прослоек между слоями пакета. В сжатом пакете материалов теплообмен преимущественно происходит за счет теплопередачи, являющейся наиболее эффективным способом теплообмена.

Скорость нагрева внутренней поверхности сжатых образцов значительно выше, чем у контрольных образцов.

Характер изменения температуры сжатых образцов аналогичен изменениям температуры образцов без сжатия, однако значения скорости роста и максимальные температуры значительно выше.

Сжатые образцы сухого материала достигают более высоких значений температуры по сравнению с влажным материалом по причине того, что при достижении высокой температуры пакета материалов часть подводимой тепловой энергии расходуется на испарение влаги.

Время достижения предельно допустимого значения температуры на внутренней поверхности сжатого влажного образца минимально и составляет 65 с, что в 3 раза меньше времени у сухого, не подвергнувшегося сжатию образца.

Для оценки влияния накапливаемой тепловой энергии в пакете материалов БОП было проведено измерение температур при сжатии пакета материалов влажного образца после 95 с теплового воздействия на образец. При сжатии образца происходит высвобождение накопленной энергии, что вызывает резкий скачок температуры на внутренней поверхности образца. В момент сжатия наблюдается максимальная скорость роста температуры на внутренней поверхности. Полученные данные свидетельствуют о возможности получения ожоговой травмы пожарным при смене положения, при работе у очага пожара.

На рис. 6 представлены термограммы наружной поверхности образцов при сжатии пакета материалов. Температура нагрева влажного образца значительно ниже, что объясняется

более высоким коэффициентом теплопроводности, обусловленным присутствием влаги и, как следствие, лучшим теплопереносом, распределением и отводом тепла.

Из проведенного исследования оценки влияния эксплуатационных факторов на теплозащитные показатели пакета материалов БОП можно сделать следующие выводы:

– наличие СОЭ в пакете материалов приводит к снижению времени достижения предельно допустимого значения температуры на внутренней поверхности при нормируемом тепловом потоке на 11,5 с (5,8 %);

– наличие влаги в пакете материалов БОП приводит к увеличению теплопроводности материалов и уменьшению времени достижения предельно допустимого значения температуры

на внутренней поверхности БОП при нормируемом тепловом потоке. У образцов с влажностью 0,1 г/см² разница составила 95,1 с (47,8 %), у образцов с влажностью 0,2 г/см² разница составила 122,2 с (61,4 %) по сравнению с воздушно-сухими образцами;

– сжатие пакета материалов БОП приводит к снижению времени достижения предельно допустимого значения температуры на внутренней поверхности при нормируемом тепловом потоке. Для воздушно-сухих образцов со сжатием разница составила 123,6 с (62,1 %) по сравнению с образцами без сжатия;

– при совокупном воздействии влажности (0,2 г/см²) и сжатия на пакет материалов БОП разница по сравнению с воздушно-сухими образцами составила 134 с (67,3 %).

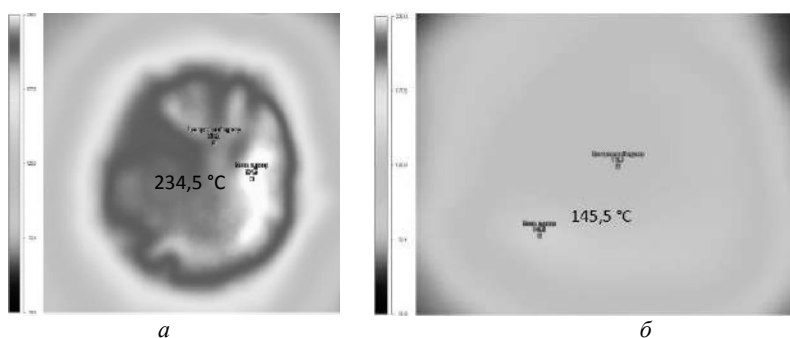


Рис. 6. Термограммы наружной поверхности образцов при сжатии:
а – образец сухой; б – $W = 0,2 \text{ г/см}^2$

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // СПС «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 (дата обращения: 1.07.2021).
2. ГОСТ Р 53264–2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. М. : Стандартинформ, 2009. 37 с.
3. Thermal Capacity of Fire Fighting Protective Clothing : Final Report / Submitted by Center for Research on Textile Protection & Comfort, College of Textiles, North Carolina State University in collaboration with the National Personal Protective Technology Laboratory (NPPTL) and the National Institute of Standards and Testing (NIST). Quincy, 2008.
4. Михайлов Е. С., Логинов В. И. Влияние температурно-влажностного режима внутреннего пространства термоагрессивостойких костюмов на их теплозащитные свойства // Пожарная безопасность. 2014. № 1. С. 56–62.
5. Логинов В. И., Игнатова М. Д., Архиереев К. А. Результаты испытаний специальной защитной одежды пожарного на стенде «Термоманекен» // Пожарная безопасность. 2011. № 3. С. 89–93.
6. Barker R. L., Guerth-Schacher C., Grimes R. V. and Hamouda H. Effects of Moisture on the Thermal Protective Performance of Firefighter Protective Clothing in Low Level Radiant Heat Exposures // Textile Research Journal. 2006. January.
7. Федеральный банк данных «Пожары» // МЧС России. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/informacionnyye-sistemy/federalnyy-bank-dannyh-pozhary> (дата обращения: 1.07.2021).
8. Влияние температурно-влажностного режима подкостюмного пространства на защитные свойства боевой одежды пожарного / Д. В. Сорокин, А. Л. Никифоров, И. Ю. Шарабанова, О. Г. Циркина // Современные проблемы гражданской защиты. 2018. № 2(27). С. 12–16.

REFERENCES

1. *Federal'nyy zakon ot 22.07.2008g. № 123-FZ "Tekhnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti"* [Federal Law of the Russian Federation No 123-FZ dated July 22, 2008 "Technical regulations on fire safety requirements"]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 (date of access: 1.07.2021).
2. *GOST R 53264–2009. Tekhnika pozharnaya. Spetsial'naya zashchitnaya odezhda pozharnogo. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya. Metody ispytaniy* [State Standart R 53264–2009. Fire equipment. Special protective clothing for firefighters. General technical requirements. Test methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 37 p.
3. Thermal Capacity of Fire Fighting Protective Clothing: Final Report. Submitted by Center for Research on Textile Protection & Comfort, College of Textiles, North Carolina State University in collaboration with the National Personal Protective Technology Laboratory (NPPTL) and the National Institute of Standards and Testing (NIST). October 2008.
4. Mikhaylov Ye. S., Loginov V. I. The influence of temperature-and-humidity conditions inside of the chemical-and-heat resistant suits on their heat-proofing characteristics. *Pozharnaya bezopasnost'* [Fire safety]. 2014;1:56–62.
5. Loginov V. I., Ignatova M. D., Arkhiyereyev K. A. Test results of special protective clothing for firefighters by "termomaneken" tester. *Pozharnaya bezopasnost'* [Fire safety]. 2011;3:89–93.
6. Barker R. L., Guerth-Schacher C., Grimes R. V. and Hamouda H. Effects of Moisture on the Thermal Protective Performance of Firefighter Protective Clothing in Low Level Radiant Heat Exposures. *Textile Research Journal*. January 2006.
7. Federal data bank "Fires" // EMERCOM of Russia. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/informacionnye-sistemy/federalnyy-bank-dannyh-pozhary> (date of access: 1.07.2021)
8. Sorokin D. V., Nikiforov A. L., Sharabanova I. Yu., Tsirkina O. G. The influence of temperature and humidity conditions podcasting space on the protective properties of combat clothing fire. *Sovremennyye problemy grazhdanskoy zashchity* [Modern problems of civil protection]. 2018;2(27):12–16.

Статья поступила в редакцию 3.11.2021
Принята к публикации 18.11.2021

Научная статья

УДК 677.025

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-22-29

Марина Валерьевна Зимина¹

Анастасия Павловна Груздева²

Любовь Леонидовна Чагина³

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

¹ziminamv1977@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3360-2206>

²i-printemps@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-1835-4144>

³lyu-chagina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0351-8177>

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЖЕСТКОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНОЙ ОДЕЖДЫ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Аннотация. В статье проведен анализ существующих методов исследования характеристик жесткости при изгибе. Обоснована актуальность совершенствования методики оценки и прогнозирования жесткости при изгибе, применительно к условиям эксплуатации исследуемого контингента потребителей. Методика включает два основных этапа: экспериментальное исследование характеристик жесткости с учетом особенностей исследуемого ассортимента и этап прогнозирования конструктивных решений изделия. Проведены комплексные экспериментальные исследования характеристик изгиба современных тканей курточного ассортимента для адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями. Для объективной оценки износа в процессе носки в предлагаемой методике реализуется дополнительный принудительный изгиб проб в противоположных направлениях с целью приближения результатов испытаний к реальным условиям эксплуатации. Результаты экспериментальных исследований могут применяться на стадии проектирования для прогнозирования характеристик изгиба тканей курточного ассортимента одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями.

Ключевые слова: жесткость при изгибе, адаптивная одежда, конфекционирование, прогнозирование, расчетный метод, проектирование, принудительный изгиб проб

Для цитирования: Зимина М. В., Груздева А. П., Чагина Л. Л. Методика исследования и прогнозирования характеристик жесткости при изгибе материалов для проектирования адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 22–29. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-22-29>.

Original article

Marina V. Zimina¹

Anastasia P. Gruzdeva²

Lyubov' L. Chagina³

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

METHODOLOGY FOR THE STUDY AND PREDICTION OF STIFFNESS CHARACTERISTICS DURING BENDING TRIALS FOR THE DESIGN OF ADAPTIVE CLOTHING FOR PEOPLE WITH MOTOR DISABILITIES

Abstract. The article analyses the existing methods of studying the characteristics of bending stiffness. Topicality of improving the methodology for assessing and predicting bending stiffness in relation to the operating conditions of the studied contingent of consumers is substantiated. The methodology includes two main stages – an experimental study of the stiffness characteristics taking into account the characteristics of the range under study and a stage of forecasting the design solutions of the product. Comprehensive experimental studies of the bending characteristics of modern fabrics of the jacket assortment for adaptive clothing of people with motor disabilities have been carried out. For an objective assessment of wear during use, the proposed method implements an additional forced bending of samples in opposite directions in order to

bring the test results closer to real operating conditions. The results of experimental studies can be used at the design stage to predict the bending characteristics of the fabrics of the jacket assortment of clothing for people with motor disabilities.

Keywords: *flexural stiffness, adaptive clothing, confection, forecasting, calculation method, design, forced sample bending*

For citation: Zimina M. V., Gruzdeva A. P., Chagina L. L. Methodology for the study and prediction of stiffness characteristics during bending trials for the design of adaptive clothing for people with motor disabilities. *Technologies & Quality*. 2021. No 4(54). P. 22–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-22-29>.

Одним из приоритетных направлений развития социальной политики правительства Российской Федерации является программа «Доступная среда», которая должна решить проблему повсеместной интеграции людей с ограниченными возможностями здоровья в жизнь современного общества. Базовыми принципами программы являются обеспечение доступности современной реабилитационной продукции для людей с инвалидностью. Одним из важных пунктов в списке реабилитационной продукции является адаптивная одежда верхнего ассортимента [1].

Ввиду того что маломобильные граждане проводят много времени в сидячей позе, необходимо обоснованно подходить к конфекционированию материалов для ассортимента адаптивной одежды. Данные изделия должны отвечать комплексу показателей качества и ряду требований за счет использования рационально составленных систем материалов, обеспечивающих создание, поддержание и контроль комфорта людей с ограниченными двигательными возможностями [2]. По отзывам потребителей, одной из наиболее значимых характеристик материала, определяющей комфортное состояние маломобильного человека – удобство адаптивной одежды в положении «сидя», является жесткость при изгибе, характеризующая способность ткани изгибаться под действием собственной силы тяжести [3, 4].

Жесткость, являясь характеристикой, которая определяет целевое назначение, оказывает влияние на поведение систем материалов при изготовлении швейных изделий и в эксплуатации. Повышенная жесткость имеет отрицательное значение, приводя к накоплению остаточных деформаций, выражающихся в образовании необратимых складок, которые уменьшают износостойкость по сгибам, тем самым сокращают срок эксплуатации изделий. При конфекционировании материалов в пакет изделия необходима дифференциация требований к показателям жесткости с учетом специфики эксплуатационных воздействий.

Среди большого количества существующих методов определения жесткости текстильных материалов выделяют две принципиально

различные группы по способу приложения действующей нагрузки. К первой группе относятся методы изгибания под действием распределенной нагрузки (собственной силы тяжести пробы), к другой – методы принудительного изгибания под действием сосредоточенной нагрузки. В методах определения жесткости при изгибе под действием распределенной нагрузки усилие направлено перпендикулярно плоскости (оси) образца, при этом проба закрепляется в одной перемещающейся опоре и при испытании не осуществляется принудительная деформация образца (контактный консольный метод, флексометр, прибор Пирса). В испытаниях жесткости при изгибе под действием распределенной нагрузки возможен вариант испытаний без перемещения опоры, в этом случае в одних методах происходит деформация образца (метод кольца, петли, груши), в других – нет (консольный бесконтактный метод, метод вертикальной консоли, прибор ПТ-1(2) и др.). В методах испытания жесткости при изгибе под действием сосредоточенной нагрузки усилие может осуществляться перпендикулярно плоскости (оси) образца и вдоль образца. В первом случае возможны испытания с закреплением в двух перемещающихся опорах без деформации образца (приборы Шифера, Френцеля и др.) и с деформацией (прибор Мауэра), а также испытания без перемещения опоры с закреплением в одной опоре без деформации образца (приборы Лазаренко, Мюнцингера, Шребера, Хесса, Гарлея) или с деформацией (приборы ПЖУ-12М, Дурста, Бекка, Шаберта, Саксла, Городова). Третий вариант испытаний жесткости при изгибе под действием сосредоточенной силы, перпендикулярной плоскости (оси), подразумевает свободное расположение пробы на двух опорах без принудительной деформации (метод по ГОСТ 9187, прибор Вильсона). Испытания под действием сосредоточенной нагрузки вдоль оси пробы осуществляются с деформацией образца, при этом закрепление осуществляется в двух перемещающихся опорах (прибор МТИЛП Пантелеева и др.).

Стандартным методом определения жесткости при изгибе легко изгибающихся материа-

лов является метод консоли [5], реализующий расчет условной жесткости по стреле прогиба консоли расположенной полоски материала и основанный на приближенном решении дифференциального уравнения линии изгиба для случаев больших прогибов. Получаемые в результате экспериментальных исследований значения условной жесткости определяют способность сопротивляться изменению формы при изгибе. Проблемой остается сложность согласования получаемой в результате экспериментальных исследований информации с реальным процессом проектирования швейных изделий с учетом значений жесткости, оценки их влияния на качественные характеристики готового изделия. Для рассматриваемого контингента потребителей важным моментом является верифицированное применение получаемых результатов при разработке конструктивных решений с учетом специфических условий эксплуатации изделий, особенностей и удобства выполнения характерных движений людьми с ограниченными двигательными возможностями.

Для исследуемого ассортимента изделий важным требованием является сохранение качественных характеристик изделия в процессе носки, поскольку специальная адаптивная одежда отличается значительной стоимостью при низкой платежеспособности лиц с ограниченными возможностями здоровья. При длительной эксплуатации механический износ оказывает неблагоприятное воздействие на швы материалов: происходит разрушение полиуретанового покрытия и нарушение структуры материала.

Для получения объективных данных по характеристикам жесткости при изгибе с целью дальнейшего учета при проектировании конструктивных и технологических решений готового изделия предложена усовершенствованная методика (рис. 1). Методика включает два основных этапа: экспериментальное исследование характеристик жесткости с учетом особенностей исследуемого ассортимента и этап прогнозирования конструктивных решений изделия.

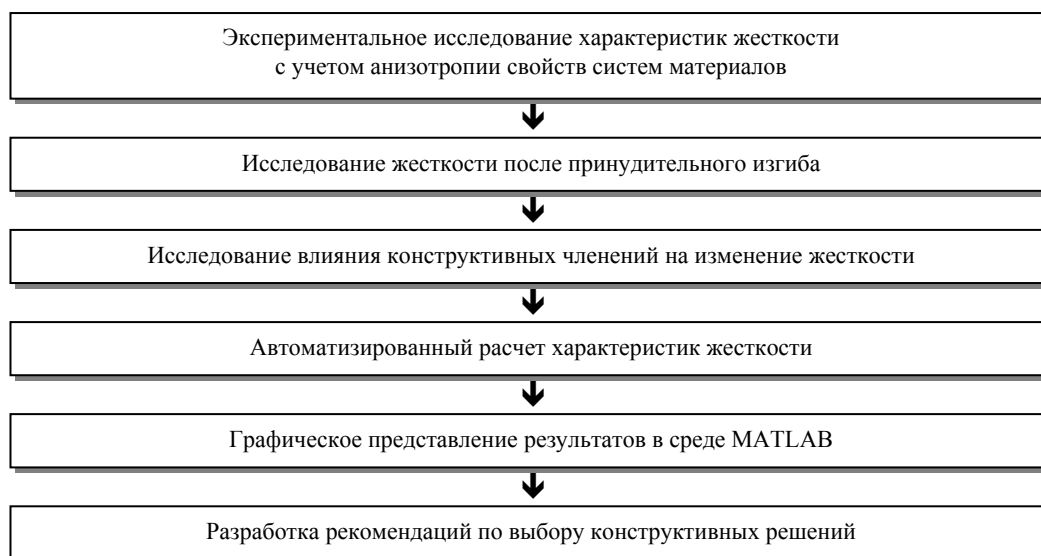


Рис. 1. Методика исследования и прогнозирования характеристик жесткости при изгибе материалов для проектирования адаптивной одежды

Экспериментальное исследование жесткости при изгибе систем материалов осуществляется на приборе ПТ-2, при этом с целью получения информации по анизотропии исследуемого свойства по направлениям: основа, уток и под углом 45° . Жесткость при изгибе EJ , мкНсм^2 , вычисляется отдельно для каждого направления по формуле

$$EJ = 42046 \frac{m}{A}, \quad (1)$$

где m – общая масса пяти элементарных проб, г;

A – функция относительного прогиба, определяемая по ГОСТ [5].

Далее рассчитывается коэффициент анизотропии жесткости как отношение значения продольной жесткости материала к поперечной.

В настоящее время для верхней одежды курточного ассортимента наиболее распространены синтетические материалы, представляющие собой ткани определенной структуры со специальным покрытием, как правило, покрытие располагается на внутренней стороне материала. В основном это полиуретановое покрытие.

тие, которое обеспечивает водонепроницаемость и ветрозащитные свойства. В структуру некоторых материалов входят армированные нити для повышения прочности.

В данной работе в качестве объектов исследований выбраны образцы популярных курточных материалов с водоотталкивающей пропиткой и мембранные ткани с разной поверхностной плотностью и толщиной, которые используют в производстве верхней адаптивной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями [6, 7]. Характеристики исследуемых материалов

Характеристики исследуемых материалов

Наименование материала	Переплетение	Покрытие	Поверхностная плотность M_s , г/м ²	Толщина материала b , мм
1. Оксфорд R/S/ПУ	Плотняное с армированной нитью	Одностороннее полиуретановое	249	0,4
2. Курточная ткань с мембранным покрытием	Саржевое	Одностороннее полиуретановое	150	0,2
3. Оксфорд R/S	Плотняное с армированной нитью	Без покрытия	232	0,3
4. Дюспо 240Т	Плотняное	Одностороннее полиуретановое	71	0,1
5. Курточная ткань	Плотняное	Одностороннее полиуретановое	93	0,2
6. Санбрелла	Плотняное	Одностороннее поливинилхлоридное	314	0,5

Таблица 1

Характеристики анизотропии жесткости при изгибе

Таблица 2

Номер пробы	Жесткость при изгибе EJ , мкН·см ²			Коэффициент жесткости K_{EJ}	Стачной шов		Коэффициент жесткости K_{EJ}
	основа	уток	45°		основа	уток	
1	27 032	12 733	10 438	2,12	181 848	76 597	2,3
2	6 951	659	532	10,55	23 765	7 577	3,1
3	4 850	3 905	1 195	1,24	52 864	42 764	1,23
4	572	266	242	2,15	9 549	3 218	2,91
5	334	504	414	0,66	7 197	8 726	0,82

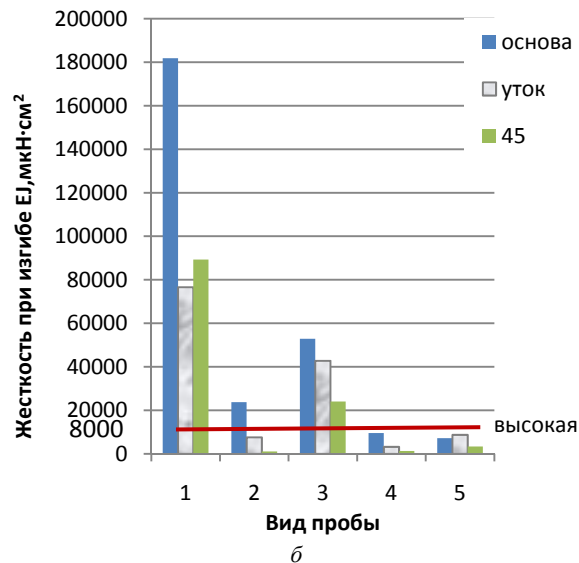
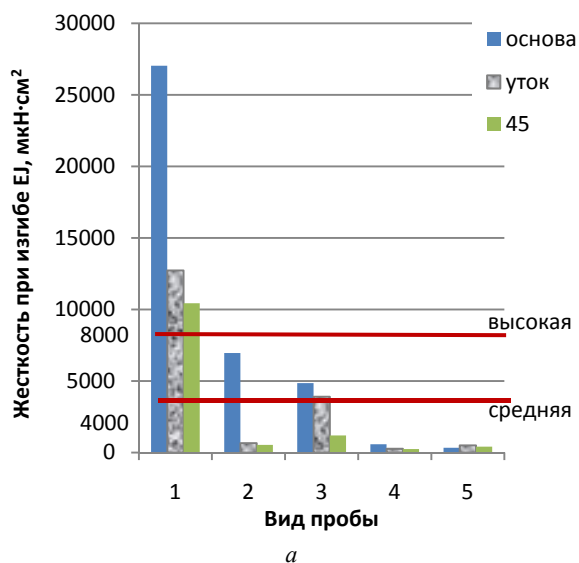


Рис. 2. Жесткость при изгибе материалов курточного ассортимента:

а – однослойная система материалов; б – система материалов со стачным швом;
1 – Оксфорд R/S/ПУ; 2 – курточная ткань с мембранным покрытием; 3 – Оксфорд R/S;
4 – Дюспо 240Т; 5 – курточная ткань

Анализ результатов показал, что жесткость при изгибе различается в ортогональных направлениях и изменяется в широком диапазоне. Наибольшую анизотропию показателей жесткости при изгибе в направлении основы и утка имеет ткань с мембранным покрытием № 2. Материалы № 4–5 обладают значительной изотропностью исследуемого свойства, в том числе в направлении раскроя под углом 45°, что создает предпосылки выкраивания деталей изделия в любом направлении. Анизотропия жесткости этих материалов сглаживается за счет одностороннего полиуретанового покрытия. Значения коэффициентов жесткости K_{EI} находятся в интервале 0,66...10,55 и подтверждают необходимость комплексного учета исследуемого свойства.

Материал Санбрелла не подходит для испытаний по методу консоли, поскольку стрела прогиба испытываемого материала должна быть не менее 10 мм. Он может быть испытан при помощи метода кольца на приборе ПЖУ-12-М. Использование данного материала при изготовлении адаптивной одежды возможно для дополнительных слоев деталей изделий особо подверженных трению в процессе эксплуатации.

Учитывая основное положение тела человека в инвалидном кресле, характер движений

и статичность нижней части тела человека, для объективной оценки жесткости материалов в процессе носки в предлагаемой методике реализуется дополнительный принудительный изгиб проб в противоположных направлениях с целью приближения условий испытаний к реальным условиям эксплуатации.

Предварительные исследования проб, соединенных стачным швом и подвергнутых принудительному изгибу, показали увеличение показателей жесткости при изгибе, что доказывает необходимость учета данного фактора при проектировании адаптивной одежды для людей с ОДВ.

С целью повышения комфортности эксплуатации адаптивной одежды, учитывая тот факт, что жесткие ткани мешают движению человека с ограниченными двигательными возможностями, принципиальным моментом для исследуемого контингента потребителей является определение рациональной конструкции шва, обеспечивающей минимальную жесткость и максимальную эргономичность. Результаты исследования жесткости при изгибе различных видов соединительных швов (стачной шов, настрочной, шов «в замок»), используемых в верхней одежде для людей с ОДВ, приведены в табл. 3 и на рис. 3.

Таблица 3

Характеристики анизотропии жесткости исследуемых образцов (EJ , мкН·см²)

Направление раскроя	Материал в один слой	Стачной шов	Шов «в замок»	Настрочной шов
Оксфорд R/SIU				
Основа	27 032	181 848	194 130	165 919
Уток	12 733	76 597	233 202	174 884
45°	10 438	89 320	170 609	123 406
Оксфорд R/S				
Основа	4 850	52 864	166 843	109 595
Уток	3 905	42 764	161 650	99 845
45°	1 195	24 012	159 640	78 915

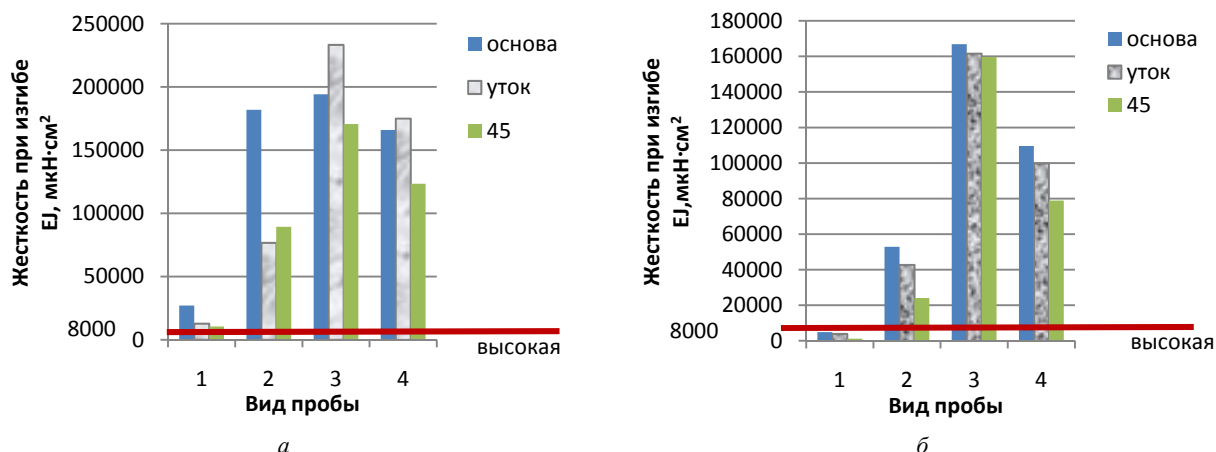


Рис. 3. Жесткость при изгибе систем материалов со швами различной конструкции:

а – Оксфорд R/SIU; б – Оксфорд R/S;

1 – однослойная система материала; 2 – стачной шов; 3 – шов «в замок»; 4 – настрочной шов

Анализ данных табл. 3 позволяет заключить, что продольные конструктивные членения значительно увеличивают жесткость при изгибе, создавая «ребра жесткости» в готовых изделиях. Высокая жесткость швов, сопровождающаяся значительными истирающими воздействиями, снижает срок эксплуатации изделий. Поэтому для адаптивной одежды рациональным решением является исключение членений или их смещение в зоны с меньшей деформацией трения. При необходимости проектирования шва предпочтение следует отдавать стачному шву, как минимально увеличивающему жесткость целостной системы изделия.

Второй этап методики реализует решение задачи прогнозирования характеристик жесткости при изгибе и выбора конструктивных решений. Для прогнозирования внешней формы участков изделия на стадии проектирования, предлагается использовать расчетный метод определения конфигурации и пространственного положения элементов контурных линий или деталей [8, 9]. Метод базируется на использовании теории больших перемещений при плоском изгибе тонких упругих деталей и основан на точном решении дифференциального уравнения упругой линии в результате численного решения в среде MATLAB [10]. Для решения рассматриваемой задачи используется точное уравнение равновесия упругой линии сильно изогнутого стержня, для рассматриваемого случая имеющее вид:

где ϑ , θ – углы наклона касательной соответственно в текущей точке упругой линии и начальной кривой ($\theta = \pi/2$);

$$\frac{d^2 \vartheta}{ds^2} = -(n+1-L) \frac{Pl^2}{H} \sin(\vartheta + \theta), \quad (2)$$

s – длина дуги упругой линии (и начальной кривой), отсчитанная от некоторой точки, принятой за начало;

P – равномерно распределенная нагрузка (силы тяжести);

H – жесткость стержня при изгибе, постоянная по длине;

l – длина упругой линии;

L , n – соответственно количество участков и узлов разбиения упругой линии.

Методом численного решения нелинейного дифференциального уравнения в автоматизированном режиме рассчитывается величина прогиба. Контур элемента изделия различной длины может быть представлен в программе в графическом виде (рис. 4). С учетом геометрии линий могут быть выбраны конструктивные средства и приемы формообразования в зависимости от жесткости исходных материалов и систем с конструктивными членениями.

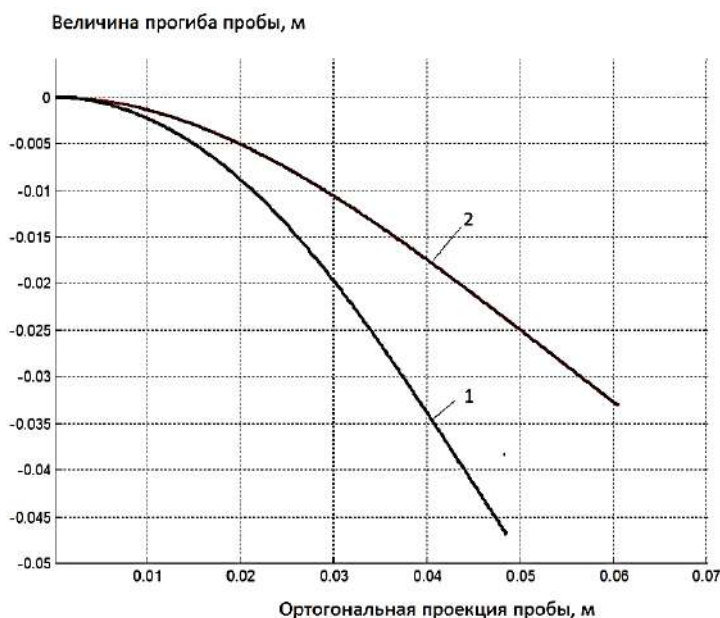


Рис. 4. Пример графического представления результатов определения жесткости при изгибе в среде MATLAB: 1 – проба без шва; 2 – проба со швом

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика исследования и прогнозирования характеристик жесткости при изгибе материалов для проектирования адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями.

2. Проведены комплексные экспериментальные исследования характеристик жесткости при изгибе материалов курточного ассортимента,

подтвердившие целесообразность дифференцированного подхода при конфекционировании материалов в пакеты одежды людей с ограниченными двигательными возможностями.

3. Результаты исследований могут быть использованы на стадии проектирования адаптивной одежды при выборе конструктивных и технологических решений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 898н // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202101200016> (дата обращения: 16.10.2021).
2. Зими́на М. В., Чагина Л. Л. К вопросу создания одежды для людей с ограниченными возможностями здоровья // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2020) : сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 2. М. : РГУ, 2020. С. 116–119.
3. Чагина Л. Л., Смирнова Н. А. Влияние свойств исходных компонентов пакета одежды на качество готового изделия // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2008. № 17. С. 45–48.
4. Чагина Л. Л. Экспериментальное исследование жесткости при изгибе льняных трикотажных полотен по различным методикам // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2014. № 1(32). С. 36–41.
5. ГОСТ 10550–93 Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе. Введ. 1995–01–01. М. : Изд-во стандартов, 1995. 12 с.
6. Зими́на М. В., Чагина Л. Л. Конфекционирование материалов для адаптивной одежды // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Кострома, 2021. Ч. 2. С. 30–33.
7. Зими́на М. В., Чагина Л. Л., Иванов В. В. Перспективность использования отечественных материалов для изготовления адаптивной одежды // Актуальные вопросы экономики, коммерции и сервиса : сб. науч. трудов кафедры коммерции и сервиса. М., 2021. С. 60–66.
8. Чагина Л. Л., Смирнова Н. А., Хамматова В. В. Использование расчетного метода для изучения влияния жесткости полотна при изгибе на конфигурацию линий формы элементов одежды // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19, № 5. С. 112–115.
9. Влияние жесткости полотен при изгибе на силуэтные линии формы элементов швейных изделий / С. В. Бойко, М. А. Маринкина, Л. Л. Чагина, Н. А. Смирнова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 6(360). С. 25–29.
10. Попов Е. П. Теория и расчет гибких упругих стержней. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 296 с.

REFERENCES

1. *Prkaz Ministerstva truda i social'noj zashchity Rossijskoj Federacii ot 15.12.2020 № 898n* [Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation No. 898n dated 15.12.2020]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202101200016> (date of address: 16.10.2021).
2. Zimina M. V., Chagina L. L. On the issue of creating clothes for people with disabilities. *Dizajn, tekhnologii i innovacii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (Innovacii-2020) : sb. st. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 2* [Design, technologies and innovations in textile and light industry (Innovations-2020). P. 2: collection of articles of International Scientific and Technical conf]. Moscow, Russian State University Publ., 2020:116–119. (In Russ.)
3. Chagina L. L., Smirnova N. A. The influence of the properties of the initial components of the clothing package on the quality of the finished product. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kostroma State Technological University]. 2008;17:45–48. (In Russ.)

4. Chagina L. L. Experimental study of bending stiffness of linen knitted fabrics by various methods. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo technologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kostroma State Technological University] 2014;1(32):36–41. (In Russ.)
5. *GOST 10550–93. Materialy tekstil'nye. Polotna. Metody opredeleniya zhestkosti pri izgibe. Vved. 1995–01–01.* [State Standart 10550–93. Materials textile fabrics. Methods for determining bending stiffness. Introduction. 1995–01–01]. Moscow, Standartinform Publ., 1995. 12 p.
6. Zimina M. V., Chagina L. L. Confection of materials for adaptive clothing. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : sb. st. Vseros. nauch.-prakt. konf. : v 2 ch.* [Scientific research and development in the field of design and technology materials: collection of articles of the All-Russian Scientific and practical Conference in 2 parts]. Kostroma, Kostrom. State University Publ., 2021:30–33. (In Russ.)
7. Zimina M. V., Chagina L. L., Ivanov V. V. Prospects of using domestic materials for the manufacture of adaptive clothing. *Aktual'nye voprosy ekonomiki, kommercii i servisa : sb. nauch. trudov kafedry kommercii i servisa* [Actual issues of economics, commerce and service: collection of scientific works of the Department of Commerce and Service]. Moscow, 2021:60–66. (In Russ.)
8. Chagina L. L., Smirnova N. A., Khammatova V. V. The use of a computational method to study the effect of the stiffness of the canvas when bending on the configuration of the lines of the shape of clothing elements. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University]. 2016;19,5:112–115. (In Russ.)
9. Boyko S. V., Marinkina M. A., Chagina L. L., Smirnova N. A. The impact of bending stiffness of fabrics on the silhouette line of the elements form of clothing. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2015;6(360):25–29. (In Russ.)
10. Popov E. P. Theory and calculation of flexible elastic rods. Moscow, Nauka Publ. Ed. phys.-mat. lit., 1986. 296 p.

Статья поступила в редакцию 14.10.2021

Принята к публикации 18.11.2021

ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СЫРЬЯ

Научная статья

УДК 667.021

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-30-36

Ориф Жумаевич Муродов¹

Мансурбек Эркинович Рузметов²

^{1,2}Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан

¹baixinjom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7016-8680>

²ruzmetovmansurjon@umail.uz, <https://orcid.org/0000-0003-0342-2711>

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХЛОПКА-СЫРЦА ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ

Аннотация. Результаты экспериментов показали, что при повышенной плотности хлопка-сырца, возникающей в нижних слоях бунта и увеличении срока его хранения, наблюдается увеличение массовой доли пороков и сорных примесей в волокне. Установлено, что при повышении плотности хлопка-сырца более 250 кг/м³ массовая доля пороков и сорных примесей в волокне увеличивается почти на 10 %, повреждаемость семян – на 6 %, штапельная массодлина сокращается на 3 %, а доля коротких волокон – на 9 %. Увеличение срока хранения волокна также отрицательно сказывается на качестве волокна и семян и наиболее чувствительно хлопка для III–V сортов. Увеличение массовой доли пороков и сорных примесей в волокне, в свою очередь, влияет на неровноту пряжи и категорию качества получаемой пряжи.

Ключевые слова: хлопок-сырец, семена хлопка, хранение хлопка-сырца в бунте, массодлина волокна, срок хранения хлопка-сырца, свойства пряжи, волокна

Для цитирования: Муродов О. Ж., Рузметов М. Э. Изучение изменения технологических показателей хлопка-сырца при складировании // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 30–36. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-30-36>.

Original article

Orif Zh. Murodov¹

Mansurbek E. Ruzmetov²

^{1,2}Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Republic Uzbekistan

STUDY OF CHANGES IN THE TECHNOLOGICAL PERFORMANCE OF RAW COTTON WHEN STORING

Abstract. The results of the experiments showed that with an increased density of raw cotton that occurs in the lower layers of the bundle and an increase in its shelf life, an increase in the mass fraction of defects and trash in the fibre is observed. It was found that with an increase in the density of raw cotton more than 250 kg/m³, the mass fraction of defects and weeds in the fibre increases by almost 10 %, the damage to seeds by 6 %, the staple mass length decreases by 3 %, and the proportion of short fibres by 9 %. The increase in the shelf life of the fibre also negatively affects the quality of the fibre and seeds and, most importantly, cotton for grades III–V. An increase in the mass fraction of flaws and trash in the fibre, in turn, affects the unevenness of the yarn and the quality category of the resulting yarn.

Keywords: raw cotton, cottonseeds, storage of raw cotton in bundle, fibre mass-length, shelf life of raw cotton, properties of yarn, fibre

For citation: Murodov O. Zh., Ruzmetov M. E. Study of changes in the technological performance of raw cotton when storing. Technologies & Quality. 2021. No 4(54). P. 30–36. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-30-36>.

© Муродов О. Ж., Рузметов М. Э., 2021

В технологии заготовки хлопка-сырца наиболее трудоемкой и непроизводительной является операция складирования, которая по своей сложности и неуправляемости является основной в процессе формирования потерь качества волокнистого материала.

Заготовка хлопка-сырца в зависимости от погодных условий длится от 4 до 12 недель. В период благоприятной погоды (отсутствия осадков), когда соблюдается ритмичный темп сбора урожая, на заготовительные пункты может поступать хлопок-сырец в объеме от 2 до 10 % годового плана. Только 15...18 % заготовленного хлопка-сырца хлопкоочистительные заводы перерабатывают в течение сезона заготовок, а основную массу хлопка-сырца укладывают на длительное хранение для переработки в последующие месяцы [1].

Для хранения хлопка-сырца применяют закрытые складские помещения (амбары), полуоткрытые и открытые с четырех сторон склады (навесы) и открытые площадки.

Крытые хранилища строят вместимостью 750, 1500, 3000 и 6000 т хлопка-сырца из сборного железобетона, жженого или сырцового кирпича.

Средняя плотность укладки хлопка-сырца в крытых хранилищах должна быть следующей:

- для I и II сортов с влажностью до 10...11 % – 150...190 кг/м³;
- для III–IV сортов с влажностью до 12...14 % – 130...160 кг/м³.

Хлопок-сырец характеризуется различными свойствами и структурным строением компонентов (волокна, семян, сора и т. п.), аэродинамическими, упругими, гигроскопическими и другими свойствами, что обуславливает различие их взаимодействия с рабочими органами машин.

Многие характеристики волокна взаимно коррелированы и зависят от сорта, вида сбора, климатических и метеорологических условий произрастания хлопчатника. Так, в частности, по данным [1], даже в составе одного продукта свойства его компонентов существенно отличаются друг от друга, например, при влажности хлопка-сырца 8,5 % влажность его компонентов следующая: ядро семени – 6,7 %, кожура – 11,6 %, волокна – 7,1 %. Кроме того, в результате длительных экспериментальных исследований установлено, что в диапазоне исследуемых влажностей 7...23 % сорбционная способность волокна выше, чем у кожуры семян, а у семян выше, чем у ядра [2].

Анализ приемки и хранения хлопка-сырца показал, что влажность и засоренность влияют на качественные показатели волокна и семян. Хранение хлопка-сырца с влажностью и засоренностью выше нормы приводит к процессу самосогревания и биологическому разрушению волокна и семян [3].

Хлопок-сырец относится к плохо сыпучим волокнистым материалам. Его можно рассматривать как связанный материал, занимающий промежуточное положение между идеально сыпучим и нессыпучим материалом. Гранулометрический состав хлопка-сырца однороден и определяется линейными размерами долек и летучек. Пространство между дольками и летучками, а также между волокнами заполнено воздухом.

После укладки хлопка-сырца на хранение происходит перераспределение плотности слоев хлопка [4]. Так, плотность верхних слоев, независимо от способа хранения, составляет около 70 кг/м³. Нижние слои подвергаются значительному давлению, и их плотность в бунте достигает более 350 кг/м³. При хранении хлопка в закрытых помещениях плотность нижних слоев не превышает 225 кг/м³.

Исследование хлопка-сырца, хранящегося в различных зонах бунта, показывает, что качественные показатели вырабатываемой хлопковой продукции резко отличаются друг от друга [5]. Изменяется также структурный показатель хлопка сырца [6]. На качество волокна также существенно влияет срок его хранения. Для оценки степени влияния условий и срока хранения хлопка сырца нами проводились экспериментальные исследования на хлопке-сырце селекции С-6524 II и V сортов со следующими исходными показателями (табл. 1).

Т а б л и ц а 1
Исходные параметры хлопка-сырца

Сорт	Влажность <i>W</i> , %	Засоренность <i>Z</i> , %
II	9,6	5,3
V	17,5	16,2

Срок хранения хлопка-сырца в бунтах вышеуказанных сортов составлял для II сорта 2,5 месяца, а для V сорта – 1 месяц. В качестве выходных параметров эксперимента выступали массовая доля пороков и сорных примесей (*S*, %), поврежденность хлопковых семян (*П*, %), штапельная масса-длина волокна (*L*_{шт}, мм) и доля коротких волокон (*K*, %).

Управляемым параметром явилась высота складываемой массы хлопка. Следует отметить, что послойная плотность хлопка линейно зави-

сит от этой высоты [7], что позволило отложить по оси абсцисс оба параметра – высоту складываемой массы хлопка и плотность хлопка в слое.

Результаты эксперимента представлены на рис. 1–4. Они показывают, что с увеличением плотности хлопка-сырца наблюдается тенденция к ухудшению технологических показателей волокна и семян.

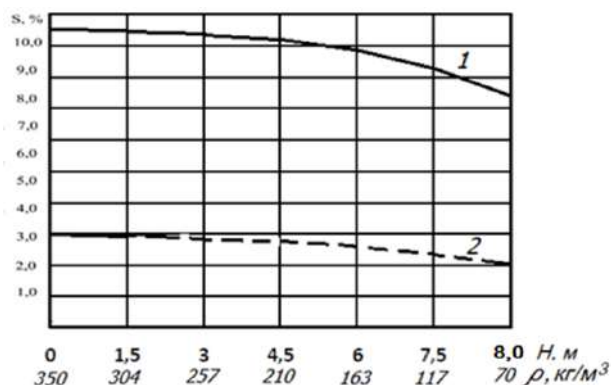


Рис. 1. Изменение массовой доли пороков и сорных примесей в волокне по слоям складываемой массы хлопка-сырца селекции С-6524:
1 – хлопок-сырец II сорта ручного сбора;
2 – хлопок-сырец V сорта ручного сбора

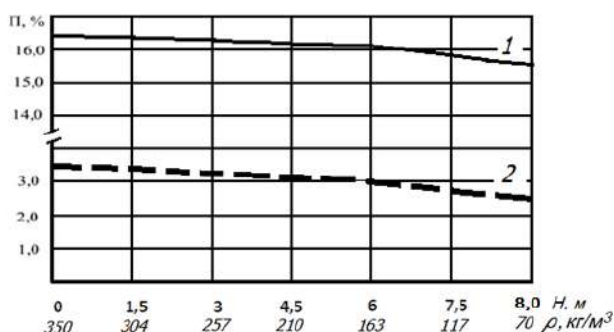


Рис. 2. Изменение степени поврежденности хлопковых семян в слоях складываемой массы хлопка-сырца селекции С-6524:
1 – хлопок-сырец II сорта ручного сбора;
2 – хлопок-сырец V сорта ручного сбора

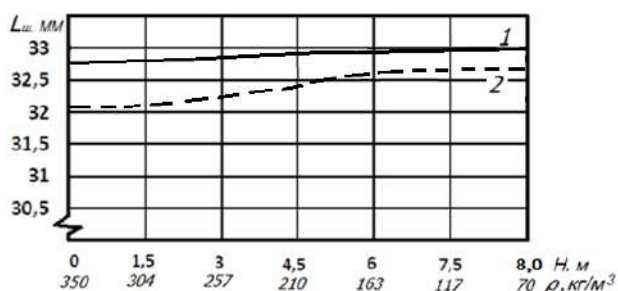


Рис. 3. Изменение штапельной массодлины волокна в слоях складываемой массы хлопка-сырца селекции С-6524:
1 – хлопок-сырец II сорта ручного сбора;
2 – хлопок-сырец V сорта ручного сбора

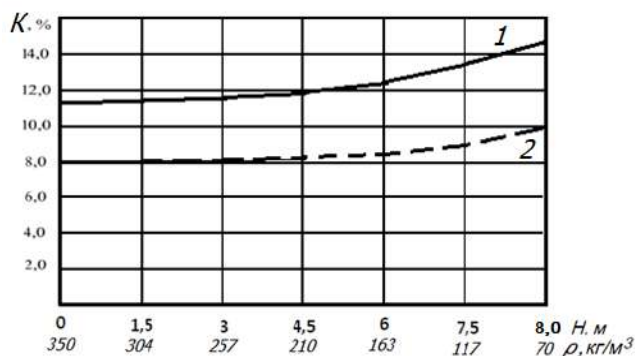


Рис. 4. Изменение доли коротких волокон в слоях складываемой массы хлопка-сырца:
1 – хлопок-сырец II сорта ручного сбора;
2 – хлопок-сырец V сорта ручного сбора

Производственный опыт указывает на то, что с увеличением плотности массы хлопка-сырца не только увеличивается доля пороков, как это показано на рис. 1, но и затрудняется выведение их и сорных примесей из волокна [8].

Анализ графиков на рис. 3 показывает, что при увеличении плотности более 250 кг/м³ наблюдается изменение штапельной массодлины в сторону уменьшения. Так, например, при плотности свыше 250 кг/м³ происходит уменьшение штапельной массодлины волокна на II сорте хлопка-сырца на 0,2 мм, а на V сорте хлопка-сырца на 0,6 мм.

Рисунок 4 свидетельствует о росте количества коротких волокон в массе хлопка-сырца. Он составляет для II сорта 1,0...1,3 %, для V – 2...2,8 %.

В технологии переработки хлопка-сырца отсутствует послойная переработка, и перед его подачей в поток производится смешивание слоев хлопка-сырца из бунта и из закрытого хранилища [9, 10].

В связи с этим нами была проведена обычная подача хлопка-сырца в производство и его переработка по регламентированной технологии, при этом были получены следующие показатели (табл. 2).

Анализ полученных результатов показывает, что уровни значений S , $П$, K и $L_{ш}$ находятся в пределах норм соответствующих сортов хлопка-сырца, несмотря на то что при переработке хлопка-сырца разделялся по слоям бунта. Здесь возникает вопрос – какова будет картина по уровням значений S , $П$, K и $L_{ш}$ с изменением срока хранения? Для выяснения данного вопроса были проведены экспериментальные исследования хлопка-сырца с различными сроками его хранения в бунте. Для исследования исполь-

зовался хлопок со следующими сроками хранения в бунтах:

- для хлопка-сырца II сорта: 2,5...3,0 – 3,5 мес.;
- для хлопка-сырца V сорта: 1,0...1,5 – 2 мес.

После истечения соответствующего срока хранения партия хлопка-сырца была переработана по регламентированной технологии. Полученные результаты приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 2

Показатели хлопка-сырца, подаваемого на переработку

Сорт	S , %	$П$, %	K , %	$L_{шт}$, мм
II С-6524	2,24	2,5	8,4	33,0
V С-6524	10,2	16,2	13,2	32,8

Т а б л и ц а 3

Технологических показатели хлопка-сырца с разными сроками хранения

Показатели волокна и семян	II сорт хлопка-сырца			V сорт хлопка-сырца		
	Срок хранения, мес.			Срок хранения, мес.		
	2,5	3,0	3,5	1,0	1,5	2,0
Массовая доля пороков и сорных примесей в волокне S , %	2,24	2,5	2,8	10,2	10,5	12,5
Степень поврежденности хлопковых семян $П$, %	2,5	2,65	2,8	16,2	21,2	28,0
Доля коротких волокон K , %	8,4	8,8	9,3	13,2	15,1	18,3
Штапельная масса-длина волокна $L_{шт}$, мм	33,0	33,0	32,8	32,8	32,4	32,2

Анализ результатов, представленных в табл. 3, показывает, что с увеличением срока хранения складированной массы хлопка-сырца действительно наблюдается ухудшения технологических показателей волокна и семян. При этом, несмотря на то что некоторые показатели находятся в пределах норм соответствующего сорта хлопка-сырца, происходит снижение классности волокна.

Например, при хранении хлопка-сырца в бунте 2,5 мес. массовая доля пороков и сорных примесей в волокне S составляет 2,24 %. А при хранении в течение 3,5 мес. $S = 2,8$ %. Особенно это ощутимо в хлопке-сырце V сорта, т. е. при сроке хранения хлопка-сырца в бунте в пределах одного месяца $S = 10,2$ %, а при сроке хранения 2 мес. значение S доходит до 12,5 %.

Это свидетельствует о том, что в хлопке-сырце V сорта происходит снижение качественных показателей волокна на один класс, т. е. с класса «урта» (средний) на класс «оддий» (обычный), по государственному стандарту Республики Узбекистан O'z DSt 604:2001 «Волокно хлопковое. Технические условия».

Поэтому рекомендуется при складировании массы хлопка-сырца ограничивать значение его плотности с одновременным сокращением срока хранения до 2 мес., особенно для хлопка-сырца III–V сортов.

Окончательный вывод о рекомендуемых режимах хранения хлопка можно сделать толь-

ко на основании оценки качества получаемой из него пряжи [11].

Для выработки пряжи из хлопка с разными условиями хранения использовалась лабораторная прядильная установка института «Шерли» (Великобритания). Установка включает кардочесальную, ленточную и кольцепрядильную машины. Она предназначена для экспрессного определения прядильной способности малых образцов (масса пробы 42 г) хлопка, химических волокон или их смесей. Максимальная штапельная длина перерабатываемых волокон 65 мм.

Для определения влияния изменения показателей волокна вследствие его складирования и хранения в бунтах были проведены эксперименты по получению образцов пряжи из волокна различных слоев бунта. Были подготовлены шесть образцов волокна, полученных из хлопка-сырца I и II сортов, взятого из различных слоев бунта, разновидности С-6524 и переработаны в пряжу с линейной плотностью 16,5 текс.

Образцы пряжи подвергались испытаниям для определения физико-механических свойств по стандартной методике и на наличие пороков пряжи по методике фирмы Uster (Швейцария) [12]. Проверялись качество протеса, относительная разрывная нагрузка одиночной нити, удлинение при разрыве, коэффициент вариации по разрывной нагрузке и засоренность пряжи. Результаты испытаний пряжи сведены в табл. 4 и 5.

Т а б л и ц а 4

Показатели свойств прачеса и пряжи из хлопкового волокна селекции С-6524 I сорта

Наименование показателя качества	Номер слоя в бунте						Норма	Фактическое значение	Отклонение, %
	1	2	3	4	5	6			
Число пороков в 1 г прачеса, шт.	98	109	116	118	120	127	120	114,7	1,0
В том числе:									
сора	44	45	46	47	48	49			
кожицы	7	8	9	9	9	10			
узелков	52	56	61	62	63	66			
Линейная плотность, текс	16,8	16,6	16,65	16,2	16,85	17	20		
Разрывное удлинение, %	6,6	6,4	6,1	5,8	5,6	5,5	5,3	6,0	1,1
Относительная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс	14,7	14,3	14,3	13,9	13,7	13,5	14,4	14,1	1,0
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке одиночной нити, %	10,9	11,2	12,1	14,2	15,4	16,25	11,2	13,3	2,1
Число пороков в 1 г пряжи	82	86	93	96	102	108	612	94,5	0,2
В том числе:									
узелков	50	52	56	57	60	62			
кожицы	3	3	4	5	6	7			
сора	23	24	25	26	27	28			
шишек	6	7	8	8	9	11			
Класс пряжи	Б	Б	Б	Б	Б	Б			

Т а б л и ц а 5

Показатели свойств прачеса и пряжи из хлопкового волокна селекции С-6524 II сорта

Наименование показателя качества	Номер слоя в бунте						Норма	Фактическое значение	Отклонение, %
	1	2	3	4	5	6			
Число пороков в 1 г прачеса, шт.	105	115	118	120	128	136	120	120,3	1,0
В том числе:									
сора	46	48	49	49	50	52			
кожицы	9	10	10	11	13	14			
узелков	50	57	59	60	65	70			
Линейная плотность пряжи, текс	16,5	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	20		
Разрывное удлинение, %	6,4	6,1	6,0	5,7	5,3	5,1	5,3	5,8	0,47
Относительная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс	14,3	13,8	13,6	13,6	13,1	12,9	14,4	13,6	-0,9
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке одиночной нити, %	11,1	12,5	13,7	14,6	15,1	16,0	11,2	13,8	2,6
Число пороков в 1 г пряжи	87	94	99	105	110	119	616	102	0,2
В том числе:									
узелков	52	55	58	61	63	66			
кожицы	4	5	5	6	7	8			
сора	24	25	26	27	28	28			
шишек	7	9	10	11	12	17			
Класс пряжи	Б	Б	Б	Б	Б	Б			

Анализ данных, приведенных в табл. 4 и 5, показывает, что значения показателей изменяются в зависимости от слоев бунта хлопка-сырца. Так, например, число пороков в одном грамме прачеса на I сорте хлопка-сырца увеличивается с 98 до 127 шт., т. е. на 23 % выше (см. табл. 4). Количество узелков также увеличивается с 52 до 66 шт.

Пороки пряжи в виде узелков в международном стандарте “Uster statistics 2007” классифицируются по размерам [12].

Наличие узелков в прачесе вызвало проявление пороков на поверхности пряжи. По этому показателю варианты пряжи отличаются в 1,3 раза, т. е. если в верхнем слое бунта имеется

82 порока, то в нижнем слое 108 пороков на 1 г пряжи, что свидетельствует о тенденции ухудшения категории качества пряжи.

Например, число узелков в волокне увеличивается с 50 шт. (в верхнем слое бунта) до 70 шт. (в нижнем). Аналогично данным табл. 5, число узелков на пряже увеличивается с 52 шт. (в верхнем слое бунта) до 66 шт. (в нижнем).

Влажность и засоренность хлопка-сырца, засоренность семян, а также масса 100 шт. семян за время хранения практически не изменились. Разброс соответствующих показателей не превышает 5 % и находится в пределах статистической ошибки [11].

ВЫВОДЫ

Установлено, что качество хлопка-сырца при хранении в бунтах зависит от его плотности и времени хранения.

Существенное снижение качества волокна происходит при увеличении плотности более 250 кг/м³.

Рекомендуется при складировании массы хлопка-сырца ограничивать значение его плотности с одновременным сокращением срока хранения до 2 мес., особенно для хлопка-сырца III–V сортов.

Хранение хлопка-сырца в закрытых помещениях при высоте складирования до 5 м позволяет сохранить качественные показатели волокна.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Салимов А. Разработка технологических условий и способов подготовки хлопка-сырца с повышенной влажностью к хранению : дис. ... канд. техн. наук. Ташкент, 1986. 124 с.
2. Кадыров Б. Г. Разработка, оптимизация технологии и процессов подготовки хлопка-сырца к хранению : дис. ... д-ра техн. наук. Кострома, 1993. 354 с.
3. Гуляев Р. А., Лугачев А. Е., Мардонов Б. М. Разработка оптимизированной технологии увлажнения хлопка-сырца и исследование ее влияния на сохранение природных и прядильных свойств хлопкового волокна // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2017. Т. 37, № 3. С. 15–19.
4. Саилов Р. А. Влияние процесса хранения на послеуборочное состояние хлопка-сырца // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 5(320). С. 31–34.
5. Sailov R. A., Veliev F. A., Kerimov Q. K. Research into the process of mechanical formation of the upper part of a raw cotton bundle // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 4, No 1(88). P. 56–63.
6. Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки / С. А. Газиева, Б. Д. Курбонов, М. Э. Нуров, Х. И. Иброгимов, П. Н. Рудовский // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2013. № 5. С. 131–135.
7. Dusmatov A., Tokhtaev Sh., Isaev Sh. Changes of cotton's natural properties in the process of storage and storage // International Scientific and current Research Conferences. Innovative development discourse modern science and education. Published: May 30, 2021. P. 98–103. URL: <https://usajournalshub.com/conferences/index.php/isrcr/article/view/292> (дата обращения: 1.10.2021).
8. Корабельников А. Р., Лебедев Д. А., Шутова А. Г. Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2012. № 4(340). С. 143–147.
9. Ходжиев М. Т. Разработка теории и обоснование параметров механизированного технологического процесса минимодульного уплотнения и складирования хлопка-сырца : дис. ... д-ра техн. наук. Ташкент, 1998. 318 с.
10. Муродов О. Ж. Влияние формы сетки очистителя мелкого сора для хлопка-сырца на очистительный эффект // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 52–55.
11. Рузметов М. Э., Ходжиев М. Т. Изменение прядильных свойств хлопкового волокна от срока хранения и плотности складирования хлопка-сырца // Проблемы механики. Ташкент, 2015. № 3-4. С. 123–127.
12. Статистика // Uster : официальный сайт. URL: <https://www.uster.com/en/service/uster-statistics> (дата обращения: 1.10.2021).

REFERENCES

1. Salimov A. Development of technological conditions and methods for the preparation of raw cotton with high humidity for storage: dissertation of the candidate of technical sciences. Tashkent, 1986. 124 p.
2. Kadyrov B. G. Development, optimization of technology and processes for preparing raw cotton for storage: dissertation of a doctor of technical sciences. Kostroma, 1993. 354 p.
3. Gulyaev R. A., Lugachov A. E., Mardonov B. M. Working out of optimized technology of moistening of raw cotton and cotton fiber and its influence on saving of cotton fiber's natural and weaving properties. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Legkoj Promyshlennosti* [Light Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2017;37,3:15–19. (In Russ.)
4. Sailov R.A. The influence of storage process on post-harvest cotton condition. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya legkoji Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2009;5:31–34. (In Russ.)
5. Sailov R. A., Veliev F. A., Kerimov Q. K. Research into the process of mechanical formation of the upper part of a raw cotton bundle. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017; 4,1(88):56–63.
6. Gazieva S. A., Kurbonov B. D., Nurov M. E., Ibrogimov H. I., Rudovskij P. N. Change of structural index of raw-cotton by technological transitions of its processing. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya legkoji Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2013;5:131–135. (In Russ.)
7. Dusmatov A., Tokhtaev Sh., Isaev Sh. Changes of cotton's natural properties in the process of storage and storage / International Scientific and current Research Conferences. Innovative development discourse modern science and education. Published: May 30, 2021;98–103 URL: <https://usajournalshub.com/conferences/index.php/isrc/article/view/292> (date of access: 1.10.2021).
8. Korabelnikov A.R., Lebedev D.A., Shutova A.G. Selection of trash from the surface of fibrous material layer. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Legkoj Promyshlennosti* [Light Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2012;4:143–147. (In Russ.)
9. Khodzhiev M. T. Development of the theory and substantiation of the parameters of the mechanized technological process of minimum-modular compaction and storage of raw cotton: dissertation of a doctor of technical sciences. Tashkent, 1998. 318 p.
10. Murodov O. Zh. Influence of the mesh shape of the fine litter cleaner for raw cotton on the cleaning effect. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and quality]. 2021;2(52):52–55. (In Russ.)
11. Ruzmetov M. E., Khodzhiev M. T. Change in the spinning properties of cotton fiber from the shelf life and storage density of raw cotton. *Problemy mekhaniki* [Problems of Mechanics]. 2015;3-4:123–127. (In Russ.)
12. Uster statistics: official site. URL: <https://www.uster.com/en/service/uster-statistics> (date of access: 1.10.2021).

Научная статья

УДК 677. 024.1

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-37-42

Александр Павлович Гречухин¹

Амирхамза Хабибуллоев²

Бегиджон Эмомалиевич Бегназаров³

Максим Денисович Рудковский⁴

^{1,2,3,4}Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹niskstu@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7732-3583>

²keepsabr007@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2991-6165>

³begnazarov96@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6649-618X>

⁴rydkoff@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1896-3804>

СРАВНИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ МЯГКОЙ БРОНЕВОЙ ПРЕГРАДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ- И ТРЕХМЕРНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

Аннотация. В статье предложен подход к виртуальным испытаниям текстильных материалов на высокоскоростное пробитие. Проведено сравнение двух материалов, выработанных по разным технологиям – 3D ортогональной ткани и пакета ткани полотняного переплетения. Для этого подобраны такие параметры тканей, чтобы поверхностная плотность была идентична, количество слоев одинаково, линейная плотность нитей была бы одинакова. Материал нитей – арамидное волокно. В целом по оценке вдоль основы и утка область поражения для 3D ортогональной ткани выше до 30 %. При этом погашено на 31,7 % больше кинетической энергии пули.

Ключевые слова: трехмерный текстиль, ортогональная ткань, моделирование разрушения ткани, бронезащитный материал, арамидная нить, поверхностная плотность, кинетическая энергия пули

Для цитирования: Гречухин А. П., Хабибуллоев А., Бегназаров Б. Э. Рудковский М. Д. Сравнительное моделирование разрушения мягкой броневой преграды с использованием двух- и трехмерных текстильных материалов на основе ортогональных тканей // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 37–42. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-37-42>.

Original article

Alexander P. Grechukhin¹

Amirhamza T. Khabibullov²

Begidzhon E. Begnazarov³

Maksim D. Rudkovskiy⁴

^{1,2,3,4}Kostroma State University, Kostroma, Russia

COMPARATIVE MODELLING OF THE DESTRUCTION OF A SOFT ARMOUR BARRIER USING TWO- AND THREEDIMENSIONAL TEXTILE MATERIALS BASED ON ORTHOGONAL FABRICS

Abstract. The article suggests an approach to virtual testing of textile materials for high-speed penetration. The comparison of two materials developed using different technologies – 3D orthogonal fabric and a package of plain weave fabric is carried out. For this purpose, such parameters of fabrics are selected so that the surface density is identical, the number of layers is the same, the linear density of the threads would be the same. The material of the threads is aramid fibre. In general, according to the assessment along the warp and weft, the lesion area for 3D orthogonal tissue is higher by up to 30 %. At the same time, 31.7 % more kinetic energy of the bullet was extinguished.

Keywords: three-dimensional textile, orthogonal fabric, modelling of fabric destruction, armour-protective material, aramid thread, surface density, bullet kinetic energy

For citation: Grechukhin A. P., Khabibullov A. T., Begnazarov B. E., Rudkovskiy M. D. Comparative modelling of the destruction of a soft armour barrier using two- and threedimensional textile materials based on orthogonal fabrics. Technologies & Quality. 2021. No 4(54). P. 37–42. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-37-42>.

Трехмерные цельнотканые материалы в определенных сферах использования обладают рядом преимуществ по сравнению со слоистыми материалами [1]. Производители все активнее начинают внедрение новых материалов на основе трехмерных тканей, так как двумерные текстильные материалы уже не позволяют добиться существенных преимуществ в прочности и снижении веса. Существуют различные технологические варианты создания трехмерных текстильных изделий – классические многослойные ткани, слоисто-каркасные ткани, трехмерные ортогональные ткани и т. д. Трехмерные (3D) ткани развиваются как ведущий армирующий материал в композитной промышленности. Область применения 3D-тканей, полученных по разным технологиям также различна. Преимущества 3D ортогональных тканей обозначены в работе [2]. В 3D ортогональных тканях нити располагаются практически без изгибов, в результате чего изделия имеют повышенную на 15...20 % прочность к ударным воздействиям за счет того, что энергия удара или силовое воздействие на материал распространяется на большую площадь [3]. Именно поэтому такие типы трехмерных текстильных изделий используются при создании бронезащитных материалов [4–8]. Для формирования 3D ортогональной структуры нами разработана технология [9–10], позволяющая более эффективно укладывать нити в ткани, обеспечивая большую плотность материала. Для выработки наиболее эффективного материала требуется определить его свойства и необходимые данные для заправки. Одна из областей применения трехмерных тканей – защита от пуль. Один из путей эффективного поиска новых структур материалов в этой области – численное моделирование и сравнение свойств с прямыми аналогами материала. Поэтому целью настоящей работы является разработка новых подходов к моделированию разрушения мягкой броневой преграды с использованием двух- и трехмерных текстильных материалов.

При проектировании текстильных изделий важно понимать, какое преимущество окажет новое переплетение или технологическое решение. Для этого важно сравнить два образца. Возникает вопрос, каким образом провести идеальное сравнение? Изготовить два идентичных материала из одинаковых нитей с одинаковой поверхностной плотностью практически невозможно. Поэтому проведение виртуальных испытаний численными методами является единственным решением.

Для сравнения выбрана 3D ортогональная ткань с различным количеством слоев и ткань полотняного переплетения. Нити в ткани – 300 текс основа и 150 текс уток, волокнистый состав – арамидное волокно. Характеристики нитей приблизительно соответствуют материалу кевлар [11]. Трансверсальные модули упругости и модули сдвига принимались на несколько порядков меньше основного модуля упругости [12, 13]. Характеристики нитей:

Модули упругости, ГПа:

E1 140

E2 1,4

E3 1,4

Модули сдвига, ГПа:

G13 1,4

G12 1,4

G23 1,4

Удлинение при разрыве, %:

3,5

Коэффициенты Пуассона принимали равными нулю [12].

3D-модель трехмерной ортогональной ткани строили из трех составляющих: нити основы (выпрямлены), нити горизонтального утка (выпрямлены) и нити вертикального утка. Размеры поперечного сечения нитей основы и горизонтального утка принимались как и в модели ткани полотняного переплетения. Поперечное сечение нитей вертикального утка уменьшено в 2 раза по сравнению с нитями основы. Площадь поперечного сечения кромочной нити для фиксации вертикальных нитей принималась приблизительно равной площади вертикального утка.

Вопросы моделирования свойств тканых армирующих наполнителей для различных сфер использования актуальны. Существуют различные подходы к моделированию. Наиболее востребован в настоящее время такой метод моделирования, как метод конечных элементов. Среди множества программных продуктов для его реализации можно выделить ANSYS и входящее в данный программный продукт расширение LS-DYNA [14–17], которое наиболее широко используется для моделирования свойств композитов и текстильных материалов на основе механики композиционных материалов [18]. В LS-DYNA существует большое количество материалов для моделирования композитов и тканей. При этом могут быть использованы различные критерии разрушения.

Нити, которые используются при создании композитов, армирующих элементов, бронезилов, – углеродные, базальтовые, арамидные, кремнеземные, СВМПЭ (сверхвысокомолеку-

лярный полиэтилен), стеклянные и т. д. Углеродные и арамидные нити наиболее широко используются в производстве композитов и бронезилетов. Данные материалы являются ортотропными, т. е. имеют различные свойства в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Это накладывает ограничения на возможность использования моделей материалов. Если моделировать тканые материалы как совокупность нитей, то нить должна быть смоделирована с учетом ориентации центральной линии (оси нити) и при этом должно учитываться направление материала.

Задачи деформирования, особенно высокоскоростного, решаются с использованием явных решателей (explicit). С учетом требования по ориентации оси материала наиболее подходящим программным продуктом для моделирования деформации на основе твердотельных элементов также является LS-DYNA.

Моделирование пробития ткани осуществлялось следующим образом: строилась 3D-модель праж, формирующих ткань, затем собиралась 3D-модель ткани, строилась сетка конечных элементов, прикладывались нагрузки, задавались начальные условия и проводился расчет. Размер моделируемых материалов 100×100 мм.

Для создания 3D-модели использовали «КОМПАС 3D».

Эллипс, имитирующий поперечное сечение нитей, имеет размеры полуосей $0,15 \times 0,5$ мм. Это дает площадь поперечного сечения нити $0,235619 \text{ мм}^2$. Если принять, что нить имеет объемную долю волокна около 90 % и плотность 1440 кг/м^3 (aramидные волокна), то это соответствует приблизительно нити 300 текс.

Строилась средняя линия нитей, и методом экструзии (перемещение поперечного сечения вдоль средней линии нити) была получена твердотельная модель нити. Затем получили совокупность нитей, из которых формировалась твердотельная 3D-модель 3D ортогональной ткани. Параметры 3D ортогональной ткани:

Линейная плотность праж, текс:	
основа	300
горизонтальный уток	
(в два сложения)	150×2
вертикальный уток	
(в два сложения)	60×2
кромка	300
Плотность слоев по основе, шт./см	6,66
Плотность слоев	
горизонтального утка, шт./см	7,7
Плотность	
вертикального утка, шт./см	20
Поверхностная плотность, кг/м^2	1,665

Построение 3D-модели ткани-аналога полотняного переплетения осуществляли следующим образом.

Строилась средняя линия нитей. Допускали, что уточные нити выпрямлены полностью, основа их огибает. Поперечное сечение нити представлено в виде эллипса с параметрами, указанными выше. Параметры ткани полотняного переплетения:

Линейная плотность праж, текс	
основа	300
уток	300
Плотность слоев	
по основе, шт./см	10
Плотность слоев	
горизонтального утка, шт./см	7,4
Поверхностная плотность, кг/м^2	1,692

Параметры пули по ГОСТ 34282–2017 [19] для расчета по классу бронезащиты БР-3 представлены ниже:

Пуля	9×19 мм патрон с пулей Пст, инд. 7Н21
Тип сердечника	стальной термоупрочненный
Оружие	Пистолет Ярыгина, 9-мм, инд. 6П35
Масса, г	7
Скорость, м/с	410 ± 10

Кинетическая энергия пули составляет 517 Дж. Согласно данным Рособоронэкспорта [20], масса пули составляет 5,4 г, а скорость 445...470 м/с. Поэтому для расчетов принимали массу пули 6 г и скорость 450 м/с, что соответствует 607 Дж кинетической энергии.

В расчетах использовали упрощенную модель пули MAT_001 (elastic) [15], так как разрушения материала пули от такого малого количества слоев не произойдет. Для нитей выбран материал MAT_221 (mat_orthotropic_simplified_damage) [15]. Все материалы подчиняются закону Гука. Критерий разрушения материала установлен по предельным значениям деформации в направлении оси нити (3,5 %). Параметры пули представлены в таблице.

Визуальный результат моделирования представлен на рис. 1.

График изменения кинетической энергии представлен на рис. 2.

ВЫВОДЫ

При использовании ткани полотняного переплетения уменьшение кинетической энергии пули составило 85 Дж, а при 3D ортогональной ткани – 112 Дж. Разница составляет 31,7 %, или 5,3 % от начальной скорости пули. Выпрямлен-

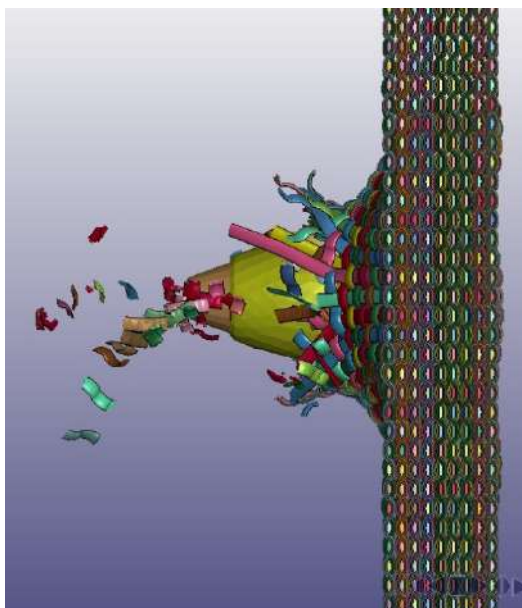
ные нити в любом материале позволяют намного эффективнее работать против средства поражения. Так как модель ткани полотняного переплетения была упрощена и нити утка выпрямлены, то вдоль них область поражения существенно

выше (сопоставимо с 3D ортогональной тканью), чем вдоль основы. В целом по оценке вдоль основы и утка область поражения для 3D ортогональной ткани выше до 30 %.

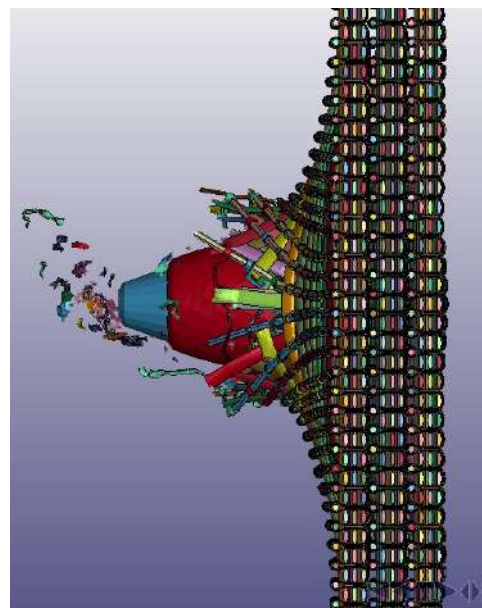
Т а б л и ц а

Параметры пули

Параметр	Обозначение, размерность	Значение	
		Сердечник	Пуля
Плотность	ρ , кг/м ³	7850	7850
Модуль упругости первого рода	E , МПа	210	210
Модуль сдвига	G , МПа	80	80
Коэффициент Пуассона	ν	0,33	0,33

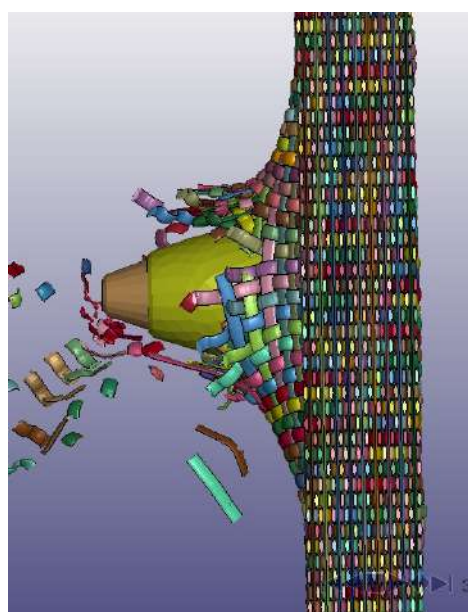


Полотно

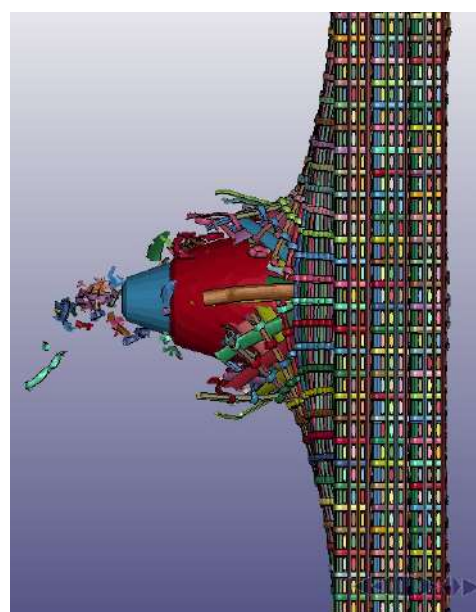


3D ортогональная ткань

а



Полотно



3D ортогональная ткань

б

Рис. 1. Результаты моделирования:

а – вид со стороны основы; б – вид со стороны утка

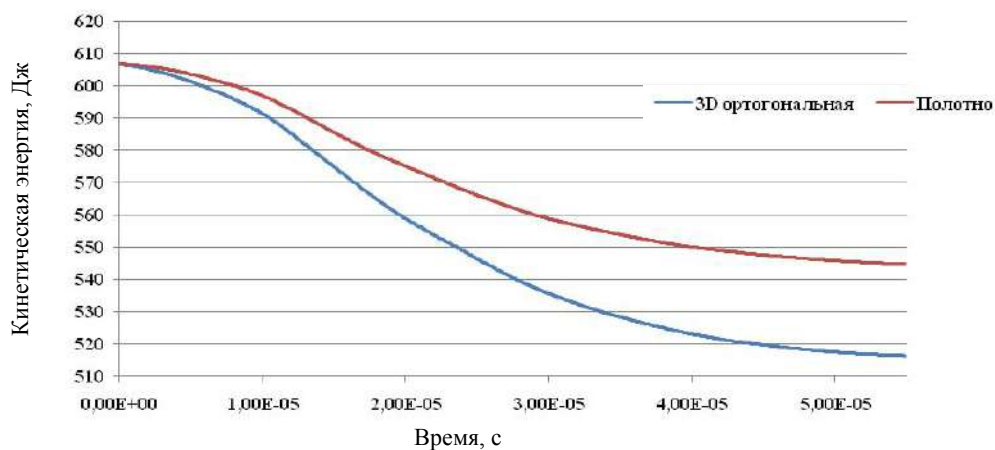


Рис. 2. График изменения кинетической энергии

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Объемные текстильные преформы, используемые при изготовлении полимерных композиционных материалов (обзор) / К. И. Донецкий, А. Е. Раскутин, П. А. Хиллов, Ю. В. Лукьяненко, П. Г. Белинис, А. А. Коротыгин // Труды ВИАМ. 2015. № 9. С. 75–83.
2. Bilisik K., Karaduman N. S., Bilisik N. E. 3D fabrics for technical textile applications // Non-woven Fabrics. London : IntechOpen Limited, 2016. P. 81–141.
3. Xiwen Jia, Baozhong Sun, Bohong Gu. Ballistic penetration of conically cylindrical steel projectile into 3D orthogonal woven composite: a finite element study at microstructure level // Journal of Composite Materials. 2010. No 45(9). P. 965–987.
4. Mishra R., Behera B. K., Militky J. Impact simulation of three-dimensional woven kevlar-epoxy composites // Journal of industrial textiles. 2016. Vol. 45. P. 978–994.
5. Innovative geometrical pre-mesh modeling strategy for 3D fibre preform manufacturing / J.-V. Riscato, X. Legrand, D. Soulat, V. Koncars // Journal of industrial textiles. 2014. Vol. 44. P. 447–462.
6. Pibo Ma, ZheGao. A review on the impact tension behaviors of textile structural composites // Journal of industrial textiles. 2013. Vol. 44. P. 572–604.
7. Xiwen J., Baozhong S., Bohong G. Numerical Simulation on Ballistic Penetration Damage of 3D Orthogonal Woven Fabric at Microstructure Level // International Journal of Damage Mechanics. 2012. Vol. 21. P. 237–266.
8. Baucom J. N., Zikry M. A. Evolution of Failure Mechanisms in 2D and 3D Woven Composite Systems Under Quasi-static Perforation // Journal of Composite Materials. 2005. Vol. 39. P. 851–863.
9. Способ формирования 3D-ортогонального тканого волокнистого материала / А. П. Гречухин, С. Н. Ушаков, Д. В. Зайцев, Л. А. Тихомиров // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. № 6(366). С. 118–122.
10. Патент RU 2643659 С1. Способ формирования трехмерной ортогональной ткани : заявка 2016/33672 от 16.08.2016 : Опубл. 02.02.2018, Бюл. №4 / Гречухин А. П. и др. 7 с.
11. Kudryavtsev O. A., Sapozhnikov S. B. Yarn-level modelling of woven and unidirectional thermoplastic composite materials under ballistic impact // PNRPU Mechanics Bulletin. No 3. 2016. P. 108–119.
12. Effect of textile architecture on energy absorption of woven fabrics subjected to ballistic impact / C. Yang, P. Tran, T. Ngo, P. Mendis, W. Humphries // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 553. P. 757–762.
13. Lee B., Kim C.-G. Computational analysis of shear thickening fluid impregnated fabrics subjected to ballistic impacts // Advanced composite materials. 2012. Vol. 21. P. 177–192.
14. LS-DYNA. Keyword user's manual. Vol. 1. Livermore : Livermore Software Technology Corporation, 2018. 3186 p.
15. LS-DYNA. Keyword user's manual. Vol. I2. Material models. Livermore : Livermore Software Technology Corporation, 2018. 1619 p.
16. LS-DYNA. Keyword user's manual. Vol. 3. Multi physics solver. Livermore : Livermore Software Technology Corporation, 2018. 351 p.
17. LS-DYNA. Theory Manual. Livermore : Livermore Software Technology Corporation, 2019. 886 p.
18. Kaw A. K. Mechanics of composite materials. Boca Raton : Taylor and Francis, 2006. 474 p.

19. ГОСТ 34282–2017. Защита броневая автомобилей. Общие технические требования. М. : Изд-во стандартов, 2017. 15 с.
20. Рособоронэкспорт : официальный сайт. URL: <https://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/strelkovoe-oruzhie/boepripasy-k-strelkovomu-oruzhiyu/7n21> (дата обращения: 10.07.2021).

REFERENCES

1. Donetski K. I., Raskytin A. E., Hilov P. A., Lykianenko Yu. V., Belinis P. G., Korotigin A. A. Braiding and woven textile preform es for the manufacturing fiber reinforced plastics (review). *Trudy VIAM* [Works of VIAM]. 2015;9:75–83. (In Russ.)
2. Bilisik K., Karaduman N. S., Bilisik N. E. 3D fabrics for technical textile applications. *Non-woven Fabrics*. London : IntechOpen Limited, 2016. P. 81–141.
3. Xiwen Jia, Baozhong Sun, Bohong Gu. Ballistic penetration of conically cylindrical steel projectile into 3D orthogonal woven composite: a finite element study at microstructure level. *Journal of Composite Materials* 2010;45(9):965–987.
4. Mishra R., Behera B. K., Militky J. Impact simulation of three-dimensional woven kevlar-epoxy composites // *Journal of industrial textiles*. 2016;45:978–994.
5. Risicato J.-V., Legrand X., Soulat D., Koncars V. Innovative geometrical pre-mesh modeling strategy for 3D fibre preform manufacturing. *Journal of industrial textiles*. 2014;44:447–462.
6. Pibo Ma, ZheGao. A review on the impact tension behaviors of textile structural composites // *Journal of industrial textiles*. 2013;44:572–604.
7. Xiwen J., Baozhong S., Bohong G. Numerical Simulation on Ballistic Penetration Damage of 3D Orthogonal Woven Fabric at Microstructure Level // *International Journal of Damage Mechanics*. 2012;21:237–266.
8. Baucom J. N., Zikry M. A. Evolution of Failure Mechanisms in 2D and 3D Woven Composite Systems Under Quasi-static Perforation // *Journal of Composite Materials*. 2005;39:851–863.
9. Grechukhin A. P., Ushakov S. N., Zajczew D. V., Tikhomirov L. A. Sposob formirovaniya 3D-ortogonal'nogo tkanogovoloknistogomateriala // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2016;6:118–122. (In Russ.)
10. Patent RU 2643659 C1. Method for forming three-dimensional orthogonal fabrics. Grechukhin A. P. and others. Opubl. 02.02.2018. (In Russ.)
11. Kudryavtsev O. A., Sapozhnikov S. B. Yarn-level modelling of woven and unidirectional thermoplastic composite materials under ballistic impact. *PNRPU Mechanics Bulletin*. 2016;3:108–119.
12. Yang C., Tran P., Ngo T., Mendis P., Humphries W. Effect of textile architecture on energy absorption of woven fabrics subjected to ballistic impact. *Applied Mechanics and Materials*. 2014;553:757–762.
13. Lee B., Kim C.-G. Computational analysis of shear thickening fluid impregnated fabrics subjected to ballistic impacts. *Advanced composite materials*. 2012;21:177–192.
14. LS-DYNA keyword user's manual. Vol. 1. Livermore, Livermore Software Technology Corporation. 2018. 3186 p.
15. LS-DYNA keyword user's manual. Vol. 2. Material models. – Livermore, Livermore Software Technology Corporation. 2018. 1619 p.
16. LS-DYNA keyword user's manual. Vol. 3. Multi physics solver. Livermore, Livermore Software Technology Corporation. 2018. 351 p.
17. LS-DYNA Theory Manual.– Livermore, Livermore Software Technology Corporation. 2019. 886 p.
18. Kaw Autar K. *Mechanics of composite materials*. Boca Raton, Taylor and Francis Group. 2006. 474 p.
19. *GOST 34282–2017. Zashhita bronevaya avtomobilej. Obshhie tekhnicheskie trebovaniya* [State Standart 34282–2017. Armored car protection. General technical requirements]. Moscow, Izd-vo standartov Publ., 2017. 15 p.
20. Rosoboronexport. URL: <https://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/strelkovoe-oruzhie/boepripasy-k-strelkovomu-oruzhiyu/7n21> (date of access: 10.07.2021).

Статья поступила в редакцию 29.09.2021
Принята к публикации 18.11.2021

Научная статья

УДК 677.021

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-43-46

Павел Николаевич Рудовский¹

Ирина Сергеевна Белова²

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

¹pavel_rudovsky@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8675-2910>

²belova_irina44@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4979-6436>

ВЫБОР КЛЕЯЩЕГО СОСТАВА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ПРЯЖИ КЛЕЕВЫМ СПОСОБОМ

Аннотация. Предлагается использовать в качестве клеящего состава для выработки пряжи клеевым способом компонент коконов тутового шелкопряда – серицин. Проведен эксперимент по изучению зависимости сил адгезии связующего к целлюлозе от концентрации клеящего вещества на примере растворов ПВА, ПВС и серицина. Проведен сравнительный анализ полученных зависимостей. Построены математические модели, позволяющие спрогнозировать прочность клеевого соединения в зависимости от концентрации клеевого состава. Проведен расчет сил адгезии, приходящихся на одно элементарное волокно.

Ключевые слова: клеевая пряжа, серицин, прочность пряжи, адгезия, разрывная нагрузка волокна, силы адгезии, пропитка связующим

Для цитирования: Рудовский П. Н., Белова И. С. Выбор клеящего состава для выработки пряжи клеевым способом // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 43–46. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-43-46>.

Original article

Pavel N. Rudovsky¹

Irina S. Belova²

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

THE CHOICE OF ADHESIVE FOR THE PRODUCTION OF YARN GLUE METHOD

Abstract. It is proposed to use sericin, a component of silkworm cocoons, as an adhesive compound for the production of yarn by the adhesive method. An experiment was conducted to study the dependence of the adhesion forces of the binder to cellulose on the concentration of the adhesive substance on the example of solutions of PVA, PVA and sericin. A comparative analysis of this dependence is carried out. Mathematical models are constructed to predict the strength of the adhesive joint depending on the concentration of the adhesive composition. The calculation of the adhesion forces per one elementary fiber is carried out.

Keywords: adhesive yarn, sericin, yarn strength, adhesion, fibre breaking load, adhesion forces, impregnation with binder

For citation: Rudovsky P. N., Belova I. S. The choice of adhesive for the production of yarn glue method. Technologies & Quality. 2021. No 4(54). P. 43–46. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-43-46>.

Клеевые способы получения пряжи являются одним из направлений развития прядильного производства [1, 2]. Для формирования пряжи таким способом мычку пропитывают связующим. Прочность полученной клеевой пряжи обеспечивается за счет адгезии связующего к волокнам. В настоящее время чаще всего в качестве клеящего вещества используют раствор ПВА, крахмал или поливиниловый спирт (ПВС) [3].

Предлагается в качестве связующего использовать серицин – природный клей, содер-

жащийся в оболочке кокона тутового шелкопряда. Имеется опыт использования серицина как основного элемента шлихты [4]. Серицин получают вывариванием отходов шелкового производства. Полученный таким образом водный раствор серицина при охлаждении застывает в виде студня. Чистый высушенный серицин представляет собой порошок без цвета и запаха, разбухающий в холодной воде и легко растворимый в горячей [5].

По своим физико-химическим свойствам серицин отвечает всем требованиям, предъявляемым к связующему, используемому для производства пряжи клеевым способом. Серицин –

компонент шелка, поэтому отвечает высоким гигиеническим требованиям, а значит, нет необходимости в выведении его из готовых текстильных материалов.

Возникает вопрос о силах адгезии серицина к целлюлозным материалам, являющимся основным компонентом растительных волокон (льна, хлопка и др.). В процессе эксперимента проводилось сравнение серицина с используемыми при выработке клеевой пряжи составами, таким как ПВА и ПВС. Прочность пряжи должна обеспечиваться в основном за счет прочности входящих в ее состав волокон. Количество клея в составе пряжи должно быть минимальным. Поэтому для проведения экспериментов принимались концентрации растворов, не превосходящие 10 %.

Анализ способов измерения сил адгезии показал, что для оценки прочности волокнистых материалов наиболее приемлемым является способ испытания на сдвиг. При этом в качестве

показателя для оценки степени адгезии используется сила, отнесенная к площади клевого соединения. При растаскивании пучка волокон оценить реальную площадь контакта волокон не представляется возможным. Поэтому для испытаний использовались образцы из березового шпона. Образцы представляли собой полоски 10×150 мм. Два образца склеивались между собой на длине 50 мм. Таким образом, площадь соединения составляла 500 мм^2 .

Для каждой концентрации было изготовлено по 3 образца. После проклеивания образцы помещались под груз массой 3 кг и высушивались до кондиционной влажности. После высыхания образцы подвергались нагружению на сдвиг до разрушения на разрывной машине РМ-5.

На основе полученных экспериментальных данных построены графики зависимости сил адгезии от концентрации клея (рис. 1–3). Точка с координатами (0, 0) берется как очевидная.

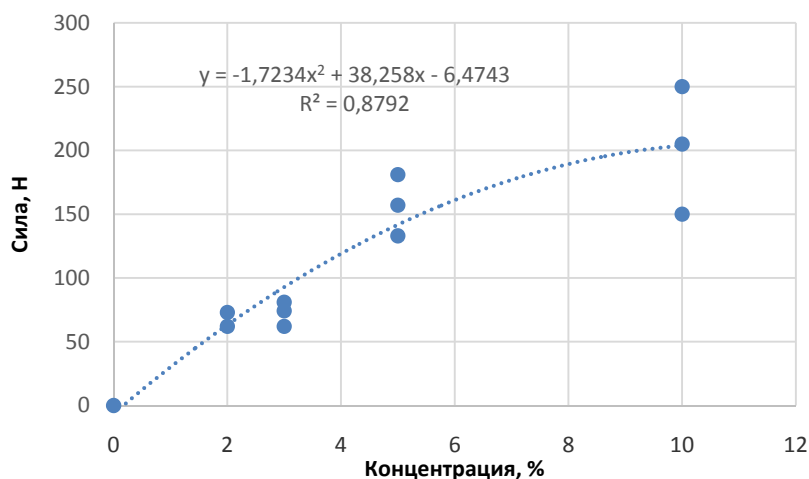


Рис. 1. График зависимости сил адгезии от концентрации ПВА

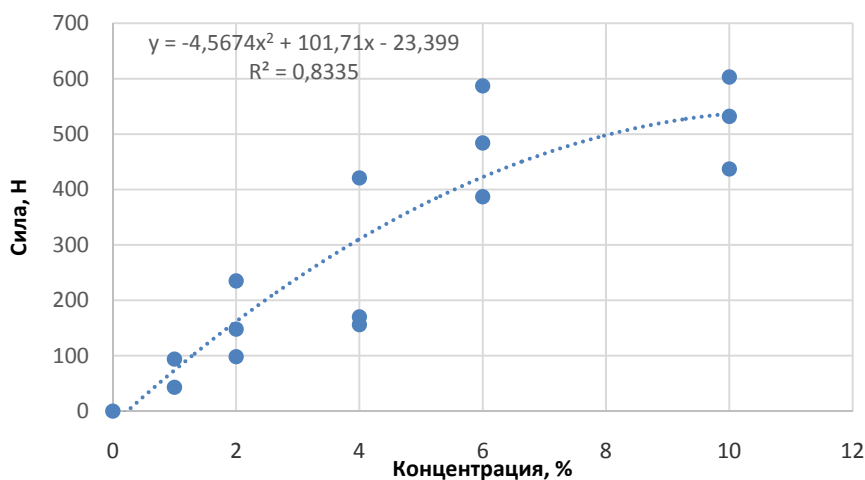


Рис. 2. График зависимости сил адгезии от концентрации ПВС

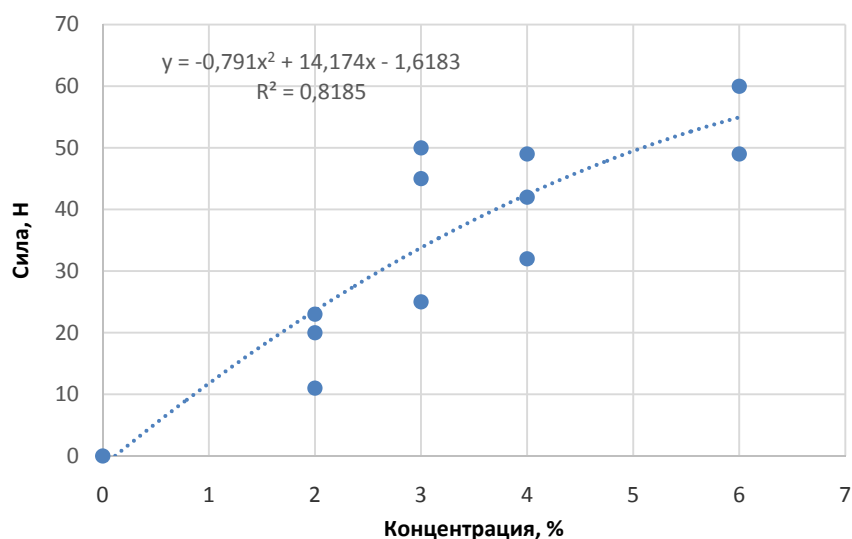


Рис. 3. График зависимости сил адгезии от концентрации серицина

В поле графиков приведены результаты аппроксимации полученных экспериментальных данных кривыми второго порядка, а также коэффициент детерминации, который для всех трех моделей превышает 0,8, что говорит о тесной связи построенной модели и экспериментальных значений, т. е. модель достаточно точно описывает зависимость сил адгезии от концентрации клеящего состава.

Из графиков на рис. 1–3 видно, что с увеличением концентрации растворов во всех случаях растет значение сил адгезии. Силы адгезии у ПВА почти в три, а у ПВС в восемь раз выше, чем у серицина. Однако при выборе клея для производства клеевой пряжи силы адгезии необходимо сопоставить с разрывной нагрузкой волокон. В таблице 1 приведены значения удельной силы адгезии при концентрации 6 %. Выбор концентрации объясняется особенностями технологии получения серицина из отходов переработки коконов.

Рассчитаем силу адгезии, приходящуюся на одно элементарное волокно. Для этого на основе справочных данных [7, 8] определим площадь боковой поверхности волокна и умножим

ее на удельную силу адгезии. При этом надо учесть, что при смещении двух волокон, связанных адгезивными связями, длина, на которой происходит смещение волокон, равна четверти длины волокна. Результаты расчетов при использовании в качестве клеящего состава серицина сведены в таблицу 2.

В последнем столбце табл. 2 приведены значения разрывной нагрузки для соответствующих волокон. Сравнение их со значениями сил адгезии показывает, что эти величины соизмеримы. Поэтому для получения пряжи клеевым способом можно рекомендовать серицин с концентрацией 6 %. При использовании для этих целей ПВА и ПВС концентрацию раствора нужно снизить, чтобы удельная сила адгезии была порядка 0,1...0,15 Н/мм².

Таблица 1
Удельная сила адгезии при концентрации 6 %

Клеящий материал	Удельная сила адгезии, Н/мм ²
ПВА	0,40
ПВС	1,06
Серицин	0,11

Таблица 2

Расчет силы адгезии, приходящейся на одно волокно

Вид волокна	Толщина (диаметр) элементарных волокон, мкм	Длина элементарного волокна, мм	Площадь поверхности элементарного волокна, мм ²	Сила адгезии на одно волокно, сН	Относительная разрывная нагрузка элементарного волокна, сН/Текс	Разрывная нагрузка элементарного волокна, сН
Чесаное льняное волокно	15...30	20...30	0,94...2,83	2,5...16,5	50...70	6,25...38
Льняной очес	15...35	15...25	0,71...2,75	1,95...7,5	30...50	3,75...27
Хлопок	15...25	29...40	1,37...3,14	3,75...8,5	20...30	3...4,4

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рудовский П. Н., Белова И. С. Анализ и перспективы клеевых способов прядения // Физика волокнистых материалов: структура, свойства наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2019). Иваново, 2019. С. 186–189.
2. Рудовский П. Н., Белова И. С. Технология получения льняной пряжи путем совмещения вьюркового способа со способом PAVENA // Энергоресурсоэффективные экологически безопасные технологии и оборудование : сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. симпозиума «Вторые международные Косыгинские чтения, приуроченные к 100-летию РГУ имени А. Н. Косыгина». Т. 1. М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2019. С. 194–197.
3. Salaun H. L., Brown R. S., Lonis G. L. No-twist cotton yarn made from card web // Textile Research Journal. 1980. Vol. 50, № 2. P. 115–119.
4. Ишматов А. Б., Рудовский П. Н., Яминова З. А. Применение серицина для шлихтования основ // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2012. № 6(342). С. 98–102.
5. Ишматов А. Б., Яминова З. А., Рудовский П. Н. Обоснование режимов получения серицина в виде порошка для приготовления шлихты // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2015. № 6(360). С. 79–83.
6. Белова И. С. Обоснование метода оценки адгезии волокнистых материалов к связующему при выработке пряжи клеевым способом // Технологии и качество. 2019. № 4(46). С. 3–7.
7. Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина, Л. Н. Гинзбурга. М. : Легпромбытиздат, 1991. 544 с.
8. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков и др. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1985. 472 с.

REFERENCES

1. Rudovskij P. N., Belova I. S. Analysis and prospects of glue methods for yarn forming. *Fizika voloknistyh materialov: struktura, svoystva naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2019)* [Physics of fibrous materials: structure, properties high-tech technologies and materials (SMARTEX-2019)]. Ivanovo, 2019. P. 186–189. (In Russ.)
2. Rudovskij P. N., Belova I. S. Technology for producing linen yarn through the compound of the brambling method with the method of Pavena. *Energoresursoeffektivnye ekologicheski bezopasnye tekhnologii i oborudovanie [Tekst]: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma "Vtorye mezhdunarodnye Kosyginские чтения, priurochennye k 100-letiyu RGU imeni A. N. Kosygina": T. 1* [Energy-resource-efficient environmentally safe technologies and equipment : collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium "The Second International Kosygin Readings dedicated to the 100th anniversary of the Kosygin Russian State University"]. Moscow. Kosygin Russian State University Publ., 2019. Vol. 1. P. 194–197. (In Russ.)
3. Salaun H. L., Brown R. S., Lonis G. L. No-twist cotton yarn made from card web. *Textile Research Journal*. 1980;50,2:115–119.
4. Ишматов А. Б., Рудовский П. Н., Яминова З. А. Применение серицина для шлихтования основ. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2012;6(342):98–102. (In Russ.)
5. Ишматов А. Б., Яминова З. А., Рудовский П. Н. Обоснование режимов получения серицина в виде порошка для приготовления шлихты. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Textile Industry Technology (Series Proceedings of Higher Educational Institutions)]. 2015;6(360):79–83. (In Russ.)
6. Belova I. S. Substantiation of the method for assessing adhesion of fibrous materials to binder when producing yarn by adhesive method. *Tekhnologii i kachestvo*. [Technology & Quality]. 2019;4(46):3–7. (In Russ.)
7. Karyakin L. B., Ginzburg L. N. (eds.) Spinning flax and chemical fibers: reference. Moscow, Legprombytizdat Publ., 1991. 544 p. (In Russ.)
8. Shirokov V. P. and others. Handbook of cotton spinning. Moscow, Light and food industry Publ., 1985. 472 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 15.10.2021

Принята к публикации 18.11.2021

ДИЗАЙН

Научная статья

УДК 671.1:673.4:678.5-1:745.03

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-47-53

Сергей Ильич Галанин¹

Татьяна Игоревна Жирова²

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

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

²pariisk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3532-9362>

ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА, КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГАЛЬВАНОПЛАСТИЧЕСКИХ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Рассмотрены особенности дизайна, конструкции и технологии изготовления гальванопластических ювелирных изделий. Представлена классификация ювелирных изделий, выполненных методом гальванопластики, исходя из областей их применения. Рассмотрены технологические особенности формирования поверхности изделий при «позитивном» и «негативном» наращивании осаждаемого металла, пути снижения шероховатости осаждаемых покрытий с ростом их толщины. Описаны способы создания подвесных и крепежных элементов конструкции изделий. Рассмотрены основные современные тенденции развития технологии и дизайна изделий, выполненных методом гальванопластики: использование 3D-технологий при разработке и создании моделей, использование токопроводящих полимерных композиций для изготовления моделей, компьютеризация технологического процесса формирования металлических осадков драгоценных сплавов определенной каратности и цвета. Современные технологические приемы позволяют поднять уровень дизайна гальванопластических ювелирных изделий на новый уровень.

Ключевые слова: гальванопластика, ювелирные украшения, дизайн, 3D-технологии изготовления моделей, качество гальванопластических осадков, сплавы драгоценных металлов определенной каратности и цвета, использование токопроводящих полимерных композиций

Для цитирования: Галанин С. И., Жирова Т. И. Особенности дизайна, конструкции и технологии изготовления гальванопластических ювелирных изделий // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 47–53. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-47-53>.

Original article

Sergey I. Galanin¹

Tatyana I. Zhirova²

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

FEATURES OF DESIGN, CONSTRUCTION AND TECHNOLOGY OF MANUFACTURING GALVANOPLASTIC JEWELLERY

Abstract. The features of design, construction and manufacturing technology of electroplated jewellery are considered. The classification of jewellery made by the method of electroforming, based on their areas of application, is presented. The technological features of the formation of the surface of products with a “positive” and “negative” build-up of the deposited metal, ways of reducing the roughness of the deposited coatings with an increase in their thickness are considered. Methods of creating suspension and fastening elements of the product structure are described. The main modern trends in the development of technology and design of products made by the method of electroforming are considered: the use of 3D technologies in the development and creation of models, the use of conductive polymer compositions for the manufacture of models, computerization of the technological process of forming metal deposits of precious alloys of a cer-

tain carat and colour. Modern technological methods allow raising the level of electroplated jewellery design to a new level.

Keywords: electroforming, jewellery, design, 3D technology for making models, quality of electroforming deposits, alloys of precious metals of certain carat and colour, use of conductive polymer compositions

For citation: Galanin S. I., Zhirova T. I. Features of design, construction and technology of manufacturing galvanoplastic jewellery. *Technologies & Quality*. 2021. No 4(54). P. 47–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-47-53>.

Введение. Гальванопластику изобрел в 1838 году русский ученый Борис Семенович Якоби, применив осаждение меди из сернокислого электролита. Гальванопластически изготовленные ювелирные изделия (ЮИ) из драгоценных металлов в нашей стране стали популярны относительно недавно. Значимое количество украшений появилось на рынке 15–20 лет назад, когда ряд отечественных и украинских предприятий освоили выпуск гальванопластических изделий из серебра.

Раньше отечественная гальванопластика в основном использовалась для технических целей, а ее применение для изготовления ЮИ тормозилось из-за ряда проблем в нашей ювелирной отрасли [1, 2]. Развитие гальванопластического изготовления ЮИ сдерживалось и недоработанностью технологии, в основном в части формирования качественных, технологичных и дешевых токопроводящих слоев. Появление на рынке расходных материалов тонкодисперсных металлических порошков и специализиро-

ванных токопроводящих спреев во многом решило эту проблему.

Ограничен был и состав гальванопластических осадков. В основном осаждались чистые металлы – серебро (в подавляющем количестве) и редко золото. В последние годы за рубежом появились новые установки для гальванопластического осаждения сплавов драгоценных металлов [3, 4].

Дизайн и конструкция гальванопластических ювелирных изделий имеют свои особенности, которые во многом определяются технологией их изготовления [5–7]. Изделия можно разделить на две основные группы:

- 1) небольшие статуэтки, так называемые изделия малой пластики, панно, плакетки, декоративные блюда и т. д. (рис. 1);
- 2) вторая – нательные украшения: кольца, серьги, подвески, колье, браслеты и т. д. (рис. 2).

Каждая из этих групп имеет свою специфику изготовления и конструкции, связанную с особенностями эксплуатации.



Рис. 1. Гальванопластические изделия первой группы
(фото из открытых источников)



Рис. 2. Гальванопластические изделия второй группы
(фото из открытых источников)

При производстве изделий *первой группы* возможно наращивание металла в «негативном» и «позитивном» направлении. При «негативном» наращивании первоначальные слои металла, наносимые на модель, становятся в последующем видимой поверхностью. В этом случае качество поверхности будущего изделия обеспечивается уровнем подготовки и изготовления поверхности модели (формы). Последняя в подавляющем большинстве случаев является многогранной (рис. 3).



Рис. 3. Форма «герба» для «негативного» наращивания гальванопластических слоев металла
(фото из открытых источников)

Так в основном изготавливают относительно плоские изделия, площадь поверхности которых в основном ограничивается объемами ванн и мощностью используемых источников питания. Часто для таких изделий используют электрохимическое нанесение меди (хотя существуют и технологии формирования толстых

осадков меди химическим способом без применения внешних источников питания), толщины металла при этом могут быть увеличены до 0,3...0,5 мм [8].

При наращивании металла в «позитивном» направлении видимая поверхность изделия формируется в процессе осаждения металла. Технологической особенностью является необходимость обеспечения значительной рассеивающей способности электролитов для формирования равномерных слоев металла, в некоторых случаях и высокой отражающей способности поверхности. Приходится находить компромисс между толщиной осадка, его блеском и шероховатостью. В этом случае необходимо решать ряд технологических проблем, связанных с объективным укрупнением зерен осаждаемого металла с ростом толщины осадка (рис. 4).



Рис. 4. Пример гальванопластического изделия с высокой шероховатостью поверхности из-за недостатков технологии формирования слоев металла (фото из открытых источников)

Приходится корректировать составы электролитов и режимы электролиза для нивелирования этого нежелательного эффекта. При этом идеальной гладкости поверхности часто не удается обеспечить и приходится прибегать к финишному полированию поверхности металла [4, 9, 10]. Часто приходится корректировать дизайн изделий, закладывая достаточно высокую шероховатость поверхности, а иногда и крупную фактуру.

Однако в случае использования блескообразующих электролитов (с блескообразующими добавками, с низкой концентрацией основного компонента), специальных режимов электролиза (реверсированный или импульсный ток), осаждения тонких слоев металла на заранее отполированную поверхность модели (использование явления эпитаксии) можно добиться очень высокой отражающей способности поверхности (рис. 5) [11].



Рис. 5. Гальванопластические объемные изделия при «положительном» наращивании металла при обеспечении высокой отражающей способности поверхности металла
(фото из открытых источников)

Вторая группа. Обычно толщины гальванопластических отложений из драгоценных металлов не превышают 0,1...0,15 мм (для меди 0,3...0,5 мм), и этого не всегда бывает достаточно для обеспечения жесткости конструкции полых изделий и износостойкости поверхности. При постоянной носке и внешнем механическом воздействии они могут сминаться, деформироваться и протираться. Многие фирмы-производители решают эту проблему достаточно просто – модель, на которую наносится металл и выполняемая из легкоплавкого материала (воска, полимера и т. д.), не удаляется после нанесения гальванопластического металлического слоя. Так как удельный вес таких материалов относительно невелик – 0,8...1,3 г/см³, то и увеличение веса изделия незначительно.

Ювелирные вставки, например камни и крепежные элементы (крючки, швензы, петли,

зажимы, подвесные кольца и т. д.), «вживляются» при небольшом нагреве в модель еще до осаждения металла. Наносимый металл в дальнейшем при наращивании затягивает места соединения элементов с моделью, и изделие выглядит «цельным» (рис. 6). Также возможно изготовление в модели сквозных отверстий, через которые в дальнейшем будут продеваться детали крепления (рис. 2, 6).

Моделями в этом случае могут быть и природные или другие формы – растения, насекомые, плоды, кружева и т. д. (рис. 7).

Наращивание металла производится в «положительном» направлении. Повышенная микротвердость гальванически нанесенного металла по сравнению с металлом, полученным металлургическим или литейным способом, достаточно быстро релаксирует до равновесного состояния и может не приниматься во внимание.



Рис. 6. Крепежные элементы и драгоценные камни в гальванопластических украшениях
(фото из открытых источников)

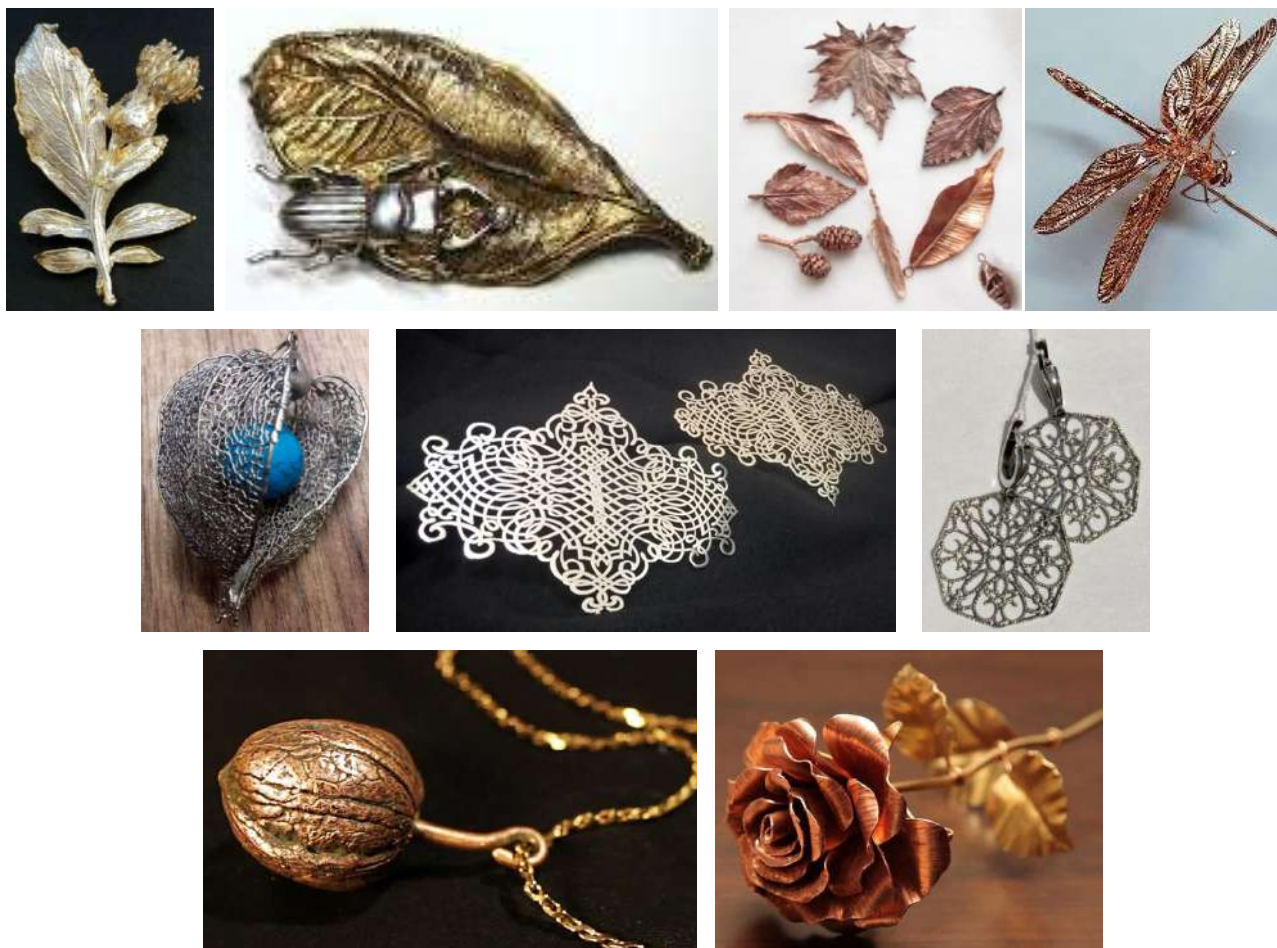


Рис. 7. Гальванопластические украшения с использованием природных моделей и кружев (фото из открытых источников)

Современные тенденции в ювелирной гальванопластике. Ювелирные технологии не стоят на месте. Расширение технологических возможностей позволяет улучшать дизайн изделий, в том числе и гальванопластических [12].

Компьютеризация технологического процесса формирования металлических осадков драгоценных сплавов позволяет стабилизировать получение покрытий определенной каратности и цвета. Гальваническое осаждение воспроизводимых и устойчивых по составу сплавов – достаточно сложная технологическая задача. Состав сплава определяет его цвет, что существенно для современного дизайна ЮИ. Ранее цвет создавался нанесением тонких покрытий из цветных сплавов на серебро или другие гальванопластические осадки, хотя и этот технологический прием требует высокой культуры производства [13, 14]. Современные компьютеризированные установки зарубежного производства позволяют строго поддерживать требуемые технологические режимы в процессе осаждения сплавов, обеспечивающие стабильный состав и цвет гальваноосадка: ионный состав и концентрацию компонентов электролита, плотность

тока, температуру, скорость перемешивания электролита и др. Эти установки достаточно дороги и во многом не доступны небольшим отечественным предприятиям.

Одной из современных тенденций является использование 3D-технологий для изготовления моделей, что позволяет значительно снизить затраты при серийном изготовлении, улучшить их качество и дизайн [15, 16].

При этом возможно использование широкого диапазона пластиков, в том числе и токопроводящих композитов [17, 18]. Токопроводящие пластики позволяют исключить промежуточную операцию формирования токопроводящего слоя на поверхности модели, получать более равномерные по толщине гальванопластические покрытия.

Заключение. Рассмотренные особенности дизайна, конструкции и технологии изготовления гальванопластических ювелирных изделий, современные тенденции их совершенствования позволяют по-новому взглянуть на достаточно давно используемый процесс гальванопластики, открыть новые горизонты его применения в ювелирной промышленности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Проблемы дизайна отечественных ювелирных изделий // *Дизайн. Теория и практика*. 2011. № 6. С. 62–70.
2. Беркович М. И., Галанин С. И. Ювелирное производство в России // *ЭКО*. 2009. № 7(421). С. 80–95.
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. Особенности техпроцессов гальванопластики и гальваноформирования // *Echemistry.ru* : Электрохимический сайт. Россия. URL : <http://echemistry.ru/literatura/stati/osobennosti-tehprocessov-galvanoplastiki-i-galvanoformirovaniya.html> (дата обращения: 21.07.2021).
5. Галанин С. И., Доберштейн В. Ю., Колупаев К. Н. Трансформация элементарных форм в дизайне ювелирных изделий // *Дизайн. Теория и практика*. 2015. № 21. С. 24–33.
6. Проектирование ювелирных изделий с учетом технологии обработки их поверхности / С. И. Галанин, М. В. Сорокина, А. С. Галанина, Е. А. Воробьева // *Дизайн. Материалы. Технология*. 2008. № 4(7). С. 3–7.
7. Галанин С. И., Висковатый И. С., Колупаев К. Н. Дизайн сложнопрофильных металлических поверхностей // *Технологии и качество*. 2017. № 1(37). С. 25–31.
8. Галанин С. И., Груздева Л. А. Особенности гальванопластического формирования осадков из сернокислых электролитов меднения // *Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Кострома, 4 апреля 2019 г.)*. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2019. С. 94–97.
9. Галанин С. И., Трошина О. Н. Рельеф, фактура и текстура в дизайне ювелирных изделий // *Дизайн и технологии*. 2020. № 77(119). С. 14–21.
10. Галанин С. И. Декорирование поверхности ювелирных изделий // *Труды Академии технической эстетики и дизайна*. 2018. № 2. С. 5–6.
11. Галанин С. И. Теоретические основы электрофизикохимических методов обработки металлических поверхностей и нанесения гальванических покрытий : учеб. пособие. Кострома : Костром. гос. технол. ун-т, 2005. 132 с.
12. Галанин С. И., Жирова Т. И. Гальванопластика как метод изготовления современных ювелирных изделий // *Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Кострома, 4 апреля 2019 г.)*. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2019. С. 105–109.
13. Галанин С. И., Собельман Е. Д. Исследование декоративных свойств цветных гальванических покрытий на поверхности серебра // *Дизайн. Теория и практика*. 2010. № 5. С. 16–30.
14. Галанин С. И., Колодий-Тяжов Л. А., Бушневская Е. В. Защитно-декоративные свойства цветных золотых гальванических покрытий // *Практика противокоррозионной защиты*. 2018. № 1(87). С. 54–62.
15. Галанин С. И., Жирова Т. И. Использование 3D моделей из токопроводящих пластиков для гальванопластики // *Технологии и качество*. 2020. №1(47). С. 26–31.
16. Соломатников М. С., Любимов В. В. Формирование медных покрытий на полимерных изделиях, полученных методом быстрого прототипирования // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2013. Вып. 8. С. 348–355.
17. 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.
18. 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.

REFERENCES

1. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Domestic jewelry design problems. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2011;6:62–70. (In Russ.)
2. Berkovich M. I., Galanin S. I. Jewelry production in Russia. *EKO* [ECO]. 2009;7(421):80–95. (In Russ.)
3. Galanin S. I., Arnoldi N. M., Zezin R. B. Jewelry Manufacturing Technology: Study Edition. Moscow, SPM-Industriya Publ.; 2017. 511 p. (In Russ.)

4. Features of technical processes of electrotype and electroplating surface formation. Echemistry.ru. URL : <http://echemistry.ru/literatura/stati/osobnostitehprocessov-galvanoplastiki-i-galvanoformirovaniya.html> (date of access: 21.07.2021).
5. Galanin S. I., Dobershtejn V. Yu., Kolupaev K. N. Transforming Elementary Forms in Jewelry Design // *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2015;21:24–33. (In Russ.)
6. Galanin S. I., Sorokina M. V., Galanina A. S., Vorobiyova E. A. Jewelry design taking into account the technology of their surface treatment. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya*. [Design. Materials. Technology]. 2008;4(7):3–7. (In Russ.)
7. Galanin S. I., Viskovatyj I. S., Kolupaev K. N. Design of complex contoured surfaces of metal. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2017;1(37):25–31. (In Russ.)
8. Galanin S. I., Gruzdeva L. A. Features of the electroforming of precipitates from sulfuric acid electrolytes of copper plating. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific research and development in the field of design and technology: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. Kostroma, Kostroma State Univ. Publ., 2019; P. 94–97. (In Russ.)
9. Galanin S. I., Troshina O. N. Relief, facture and texture in jewelry design. *Dizajn i tekhnologii* [Design and technology]. 2020;77(119):14–21. (In Russ.)
10. Galanin S. I. Decorating of jewelery surface. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2018;2:5–6. (In Russ.)
11. Galanin S. I. Theoretical foundations of electrophysicochemical methods for processing metal surfaces and applying galvanic coatings: a tutorial. Kostroma, Kostroma State Univ. Publ., 2005. 132 p. (In Russ.)
12. Galanin S. I., Zirova T. I. Electroplating as a method of making modern jewelry. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Kostroma, 4 aprelya 2019 g.* [Scientific research and development in the field of design and technology: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Kostroma. April 4, 2019]. Kostroma, Kostroma State Univ. Publ., 2019. P. 105–109. (In Russ.)
13. Galanin S. I., Sobelman E. D. 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.)
14. Galanin S. I., Kolodij-Tyazhov L. A., Bushnevskaya E. V. Protective and decorative properties of colored gold electroplated coatings. *Praktika protivokorroziionnoj zashchity* [Practice corrosion protection]. 2018;1(87):54–62. (In Russ.)
15. 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.)
16. Solomatnikov M. S., Lyubimov V. V. Formation of copper coatings on polymer products obtained by rapid prototyping. *Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki* [Tidings of the Tula State University. Technical science]. 2013;8:348–355. (In Russ.)
17. 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.)
18. Galanin S. I., Zhironova 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.

Статья поступила в редакцию 26.07.2021
Принята к публикации 18.11.2021

Научная статья

УДК 7.038.11

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-54-59

Татьяна Евгеньевна Патина¹

Ольга Владимировна Ковалева²

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

¹patina.tati@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1166-270X>

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ «ИНДУСТРИАЛЬНОГО» ТЕКСТИЛЬНОГО ОРНАМЕНТА НА ОСНОВЕ ИДЕЙ РУССКОГО АВАНГАРДА

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 20-312-90042

Аннотация. В статье приведено понятие индустриального орнамента, даны стилиевые черты. Рассмотрены основные течения в искусстве послереволюционной России, которые явились идейной и методологической базой для формирования индустриального орнамента. Выявлены основные черты, которые должны отражаться при построении индустриального орнамента: мотив орнамента на основе геометрии, промышленных предметов, спортивной тематики, предметов из игровой компьютерной среды; объемно-пространственное изображение мотива орнамента в трехмерном измерении; колористическое решение орнаментальной композиции. Дана классификация композиционных рисунков для построения раппортной сетки авангардных тканей, как база для построения индустриального орнамента. В ходе исследования была разработана методика построения текстильного индустриального орнамента. Представлены рекомендации по разработке орнамента в программе Adobe Photoshop CC с элементами 3D-моделирования. Разработаны авторские орнаментальные рисунки по приведенным рекомендациям.

Ключевые слова: индустриальный орнамент, конструктивизм, орнаментальная композиция, мотив, техно-орнамент, методика проектирования орнамента, русский авангард

Для цитирования: Патина Т. Е., Ковалева О. В. Проектирование «индустриального» текстильного орнамента на основе идей русского авангарда // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 54–59. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-54-59>.

Original article

Tatiana E. Patina¹

Ol'ga V. Kovaleva²

^{1,2}The Kosygin State University of Russia, Moscow, Russia

DESIGN OF “INDUSTRIAL” TEXTILE ORNAMENT BASED ON THE IDEAS OF RUSSIAN AVANT-GARDE

Abstract. The article presents the concept of industrial ornament, gives stylistic features. The main trends in the art of post-revolutionary Russia, which were the ideological and methodological basis for the formation of industrial ornament, are considered. The main features that should be reflected in the construction of an industrial ornament are identified: the motif of an ornament based on geometry, industrial objects, sports subjects, objects from a computer gaming environment; a three-dimensional spatial image of the motif of an ornament in three dimensions; a colouristic solution of an ornamental composition. The classification of compositional drawings for the construction of a rapport grid of avant-garde fabrics, as a basis for the construction of an industrial ornament, is given. In the course of the study, a method for constructing a textile industrial ornament was developed. Recommendations for the development of an ornament are presented Adobe Photoshop CC program with elements of 3D modelling. The author's ornamental drawings have been developed according to the given recommendations.

Keywords: *industrial ornament, constructivism, ornamental composition, motif, techno-ornament, ornament design methodology, Russian avant-garde*

For citation: Patina T. E., Kovaleva O. V. Design of „industrial“ textile ornament based on the ideas of Russian avant-garde. *Technologies & Quality*. 2021. No 4(54). P. 54–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-54-59>.

Индустриальный стиль является современным трендом как в оформлении помещений, так и текстильных изделий, костюма и аксессуаров костюма. Индустриальный стиль продолжает традиции конструктивизма и формируется на основе идеи постмодернизма.

Эстетика индустриального стиля рассматривает наличие красоты в промышленных пейзажах, инструментах, необходимых для производства, производственной спецодежде. При этом производственная атрибутика органично сочетается с современным интерьером и экстерьером, одеждой.

Цветовое решение для соблюдения данной стилистики обычно выдерживается в темных приглушенных тонах: черных, серых, синих, коричневых.

Данный стиль – это своеобразная игра в промышленность, главными его преимуществами можно считать оригинальность, креативность, необычность.

Возникновение форм индустриального орнамента обусловлено трудовой деятельностью человека. В послереволюционный период советские рисовальщики в основном создавали типы рисунков, отличавшиеся агитационностью и тематичностью. В новых орнаментальных рисунках старались натурально передать цвета и фактуры, особое значение отводилось передаче объемности композиции. На тканях закомпонованы изображения тракторов, сеялок, комбайнов, пропагандирующие коллективизацию и изобилие в сельском хозяйстве. Детали механизмов, колеса, самолеты, ткацкие станки, советские эмблемы изображались на тканях в трехмерном измерении таким образом, чтобы орнамент вышел на поверхность ткани. В основе орнамента лежал определенный сюжет. Такая разновидность узоров получила название тематических и агитационных. В 1927–1931 гг. такие орнаменты стали преобладающими.

Почти параллельно с работами художников, которые занимались агитационным текстилем, появились изображения художников авангардистов. В искусстве русского авангарда соперничали две системы: супрематизм и беспредметное творчество, позднее ставшее базой для конструктивизма [1]. Основой орнаментальной композиции текстильных рисунков было конструктивное построение из цветных пя-

тен, навешанных абстрактной живописью. Цвета своей массой, площадью поверхности способны уравновешивать друг друга либо доминировать. Русское авангардное искусство было основано на современных теориях, описывающих физические, психические и социальные явления. Новаторской была идея о существовании четвертого измерения в пространстве, художники пытались отобразить ее в живописи за счет увеличения мерности в пространстве [2]. Такие художники, как Л. Попова, В. Степанова, О. Розанова, А. Родченко и многие другие уделяли огромное внимание изучению проектирования объемных фигур на плоскости, а также тому, как добавление третьей координаты переводит плоские фигуры в объемные модели [3]. Были разработаны пропедевтические курсы для молодых художников, изучающих построение фигуры на плоскости и в пространстве. Яков Чернихов занимался в 1928 году орнаментальным черчением, что по его мнению, являлось одним из важных видов графического искусства. Считал, что владение графическими приемами, начертательной геометрией, рисунком – это обязательные навыки, наряду с грамотностью. Ладовский разработал концепцию формообразования, ввел новую дисциплину «Пространство». Учил студентов понимать принципы объемно-пространственных композиций, создал свою исследовательскую лабораторию, больше известную как «черная комната» [4]. Такой акцент на изучение графических приемов был не случаен, так как в математические абстракции объемно-пространственных геометрических фигур закладывалась структура мироздания, в этом заключалась философия абстрактной живописи. Все формы повторяются в разных масштабах и иерархических уровнях. Малое присутствует в большом, а больше в малом. Русский текстильный орнамент на основе идей авангарда – это поиск геометрических форм.

Конструктивная сущность орнамента была заложена в простых схемах построения текстильных рисунков, что разглядели художники-производственники и использовали красоту геометрической «сетки» в создании производственного эскиза.

В ходе исследования были классифицированы геометрические «сетки», на основе которых строились орнаментальные композиции

авангардных тканей [5]. Их можно разделить на следующие категории:

- расположение элементов орнамента по ряду вертикальных или горизонтальных линий, со смещением;
- расположение элементов орнамента по ряду вертикальных или горизонтальных линий, с чередованием и отражением;
- расположение элементов орнамента по ряду диагональных линий, с отражением;
- расположение элементов орнамента по ряду диагональных линий или в сетке, с чередованием и отражением;
- расположение элементов орнамента в равномерной сетке.

Систематизация композиционного построения орнамента стала основой для разработки методики по проектированию индустриального орнамента.

Методика проектирования индустриального орнамента

1. Началом в процессе работы над орнаментом должен быть анализ формы декорируемого предмета, материала, из которого он сделан, его цвет, фактура. Необходимо точно связывать рисунок с образом конкретной вещи. Для эффективного целевого проектирования нужны конкретные рекомендации к построению изображения на тканях различного назначения.

2. Выбирается объект стилизации (мотив орнамента). Подбор мотива на основе геометрии, промышленных предметов или предметы молодежной IT-атрибутики, средств передвижения, спортивной тематики, предметов из игровой компьютерной среды.

3. Подбор геометрической «сетки», лежащей в основе раппортной композиции. В сетку текстильного индустриального орнамента закладывается динамика композиции за счет следующего: расстояния между мотивами; угла поворота; ритма разных по размеру, но одинаковых по форме в раппорте; динамизации форм мотива путем смещения-«слома» форм и придания им направленного движения.

4. Отработка мотива в выбранной сетке раппортной композиции. При размещении мотива в композиционном поле необходимо определить соотношение размера элементов мотива с форматом раппорта или границами композиции. Мотив не должен плавать или тесниться на плоскости. Сложность при разработке индустриального орнамента заключается в соединении всех элементов между собой, а также в связи отдельных повторяющихся раппортов в цельный орнамент. В производственном орнаменте обязательно должна ощущаться идея динамизма.

Динамические раппортные сетки соединяют в себе пластику мотива с ассоциациями от динамической ситуации, пережитой человеком в связи с конкретной вещью.

5. Определение колористического решения раппортной композиции в стилистике индустриального орнамента;

6. Выбор техники переноса на ткань разработанного орнамента. Современные технологии предоставляют широкий выбор средств перенесения орнамента на текстильное полотно: шелкография, сублимационная печать; машинная вышивка, аппликация, термоперенос (печать на ткани), создание рисунка в процессе ткачества и т. д.

Проектирование современных рисунков на тканях, особенно в индустриальной стилистике требует знания методов и приемов получения плоскостных, объемных и пространственных композиций с использованием новейших компьютерных технологий, таких как Adobe Illustrator, Adobe Photoshop CC. В современном мире для художника навык работы в графических редакторах очень важен, поскольку технологии XXI века предполагают взаимодействие с различными способами создания изображений. Программа Adobe Photoshop CC позволяет создавать авторский орнамент с элементами 3D-моделирования, что передает объемность и техничность композиции, создает эффект «парения» над поверхностью ткани.

Ниже приведены рекомендации по разработке орнамента в графической программе Adobe Photoshop с элементами 3D-моделирования.

1. Создание художественного объекта в новом документе Adobe Photoshop.

2. Выделения слоя с созданным объектом >> выбор вкладки 3D в интерактивном меню >> выбор операции «Новая 3D-экструзия» из выделенного слоя, что позволяет создать объемный объект, который представлен на рис. 1.

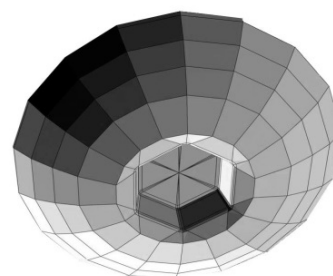


Рис. 1. Создание объемного объекта

3. В меню 3D >> Свойства >> Деформация изменяем фигуру.

4. Выделить 3D объект >> Растривать слой.

5. Создать новый файл.

6. Вставить на каждый отдельный слой необходимой количество мотива будущего раппорта.

7. Сформировать композицию раппорта, как показано на рис. 2.

8. Редактирование >> Определить узор.

В таблице представлены индустриальные орнаментальные авторские композиции в стиле конструктивизма.

Следующим этапом развития индустриального орнамента является техно-орнамент, который использует, не просто транслирует промышленные атрибуты в раппортной композиции, а сочетает современные технологии и электронные технические средства – датчики, дисплей и т. п. для передачи цвета и орнамента [6]. Работы по разработке техно-орнамента планомерно ведутся в межкафедральной лаборатории ткачества и арт-проектирования РГУ им. А. Н. Косыгина.

В ходе проведенного исследования была разработана методика проектирования индуст-

риального орнамента. Также даны рекомендации по разработке орнамента в программе Adobe Photoshop CC с элементами 3D-моделирования, что открывает новые возможности по разработке современного орнамента.

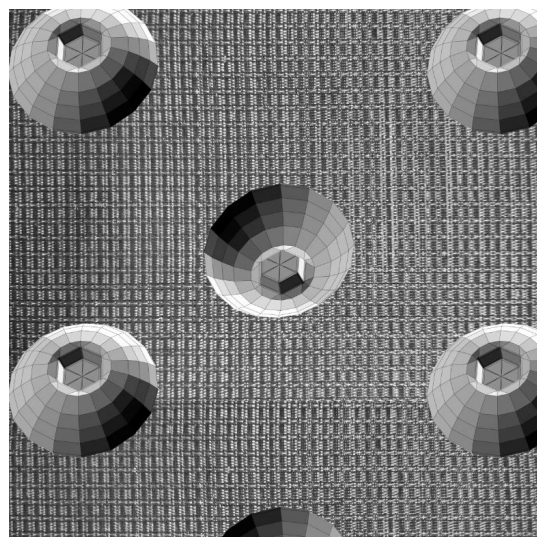
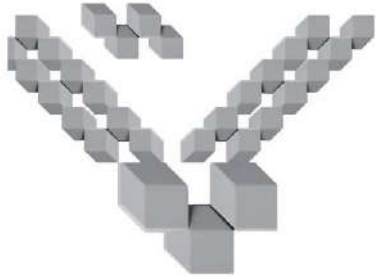
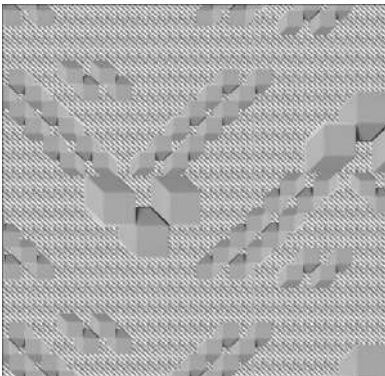
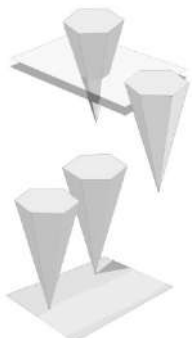
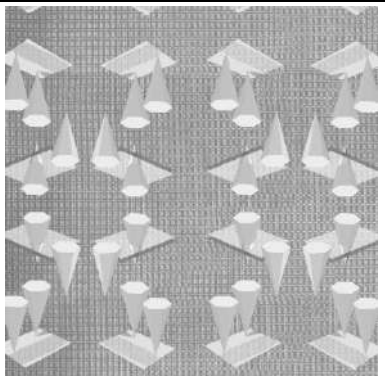


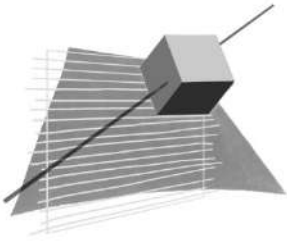
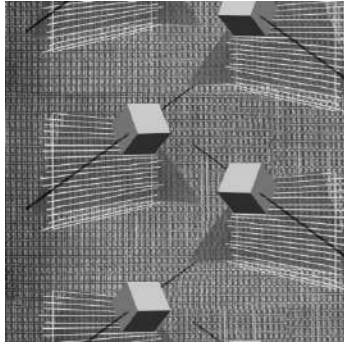

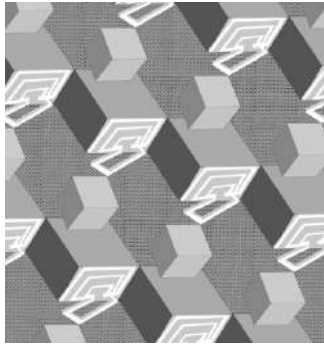
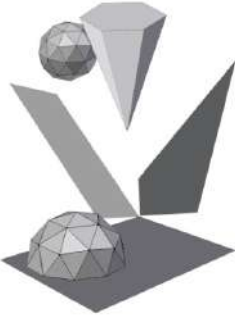

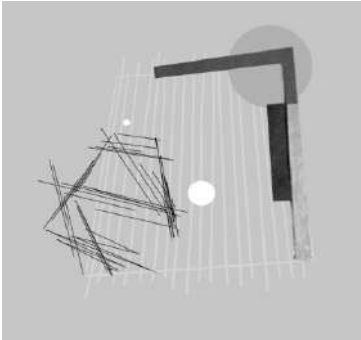
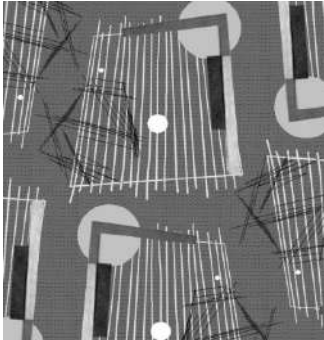
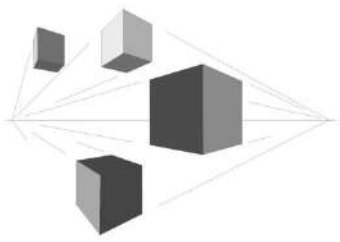
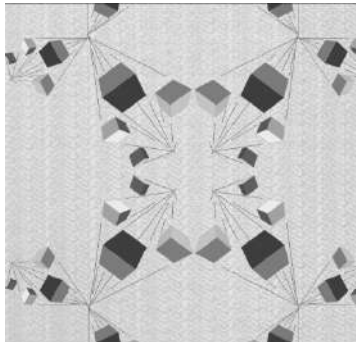
Рис. 2. Композиция раппорта

Т а б л и ц а

Авторские орнаментальные композиции

Элемент орнамента	Вариант индустриального орнамента	Краткая характеристика орнамента
		<p>Орнамент со смещением элементов по ряду диагональных линий и отражением по вертикали</p>
		<p>Орнамент с расположением элементов в равномерной сетке, с отражением элементов по вертикали и горизонтали</p>

Окончание табл.

Элемент орнамента	Вариант индустриального орнамента	Краткая характеристика орнамента
		<p>Орнамент со смещением элементов по ряду вертикальных линий и отражением по горизонтали</p>
		<p>Орнамент со смещением и расположением элементов по диагонали в равномерной сетке</p>
		<p>Орнамент со смещением и расположением элементов по диагонали</p>
		<p>Орнамент со смещением элементов по ряду вертикальных линий, с отражением элементов по горизонтали и вертикали</p>
		<p>Орнамент с отражением и расположением элементов в диагональной сетке. Используется прием «отражение» и работа с масштабом элемента орнамента</p>

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бесчастнов Н. П., Лаврентьев А. Н. Ткань авангарда. М. : РИП-холдинг, 2020. 336 с.
2. Бесчастнов Н. П., Журавлева Т. А. Художественное проектирование текстильного печатного рисунка : учеб. пособие. М. : МГТУ, 2003. 294 с.
3. Туловская Ю. А. Текстиль Авангарда. Рисунки для ткани. Екатеринбург : Татлин, 2016. 176 с.
4. Сабилло Н. И. Супрематический метод проектирования орнаментальной композиции в обучении дизайнеров // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11, № 4. С. 287–292.
5. Патина Т. Е., Ковалева О. В. Методы проектирования текстильного орнамента на основе идей «Русского авангарда» // Инновации технологии к развитию теории современной моды «МОДА (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)» : сб. материалов I Междунар. науч.-практ. конф., Ч. 2. М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2021. С. 182–187.
6. Бесчастнов Н. П., Рыбаулина И. В., Дергилёва Е. Н. Фактура, текстура и техноорнамент в современном дизайне: функция и художественный смысл // Технологии и качество. 2021. № 1(51). С. 40–45.

REFERENCES

1. Beschastnov N. P., Lavrentiev A. N. Avant-garde fabric. Moscow, RIP Holding, 2020. 336 p. (In Russ.)
2. Beschastnov N. P., Zhuravleva T. A. Artistic design of textile printed patterns. Teaching aid. Moscow, MSTU, 2003. 294 p. (In Russ.)
3. Tulovskaya Yu. A. Avant-garde Textiles. Fabric drawings. Ekaterinburg: Tatlin; 2016. 176 p. (In Russ.)
4. Sabilo N. I. Suprematic method of designing ornamental composition in the training of designers*. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2009; 11,4:287–292. (In Russ.)
5. Patina T. E., Kovaleva O. V. Methods of designing textile ornaments based on the ideas of the “Russian avant-garde”*. *Innovacii tekhnologii k razvitiyu teorii sovremennoj mody «MODA (Materialy. Odezhda. Dizajn. Aksessuary)»* : sb. materialov I Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Ch. 2 [International scientific and practical conference Innovations of technology to the development of the theory of modern fashion “FASHION (Materials. Clothes. Design. Accessories). Collection of materials of the I Part 2]. Moscow. Kosygin Russian State University. 2021;182–187. (In Russ.)
6. Beschastnov N. P., Rybaulina I. V., Dergilyova E. H. Manner of execution, texture and techno-ornament in contemporary design: function and artistic meaning. *Tekhnologii i kachestvo* [Technology & Quality]. 2021;1(51):40–45. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 16.08.2021
Принята к публикации 18.11.2021

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

Научная статья

УДК 687

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-60-66

Ольга Игоревна Денисова¹

Артем Руфимович Денисов²

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

²Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

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

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

ПРИМЕНЕНИЕ БАЙЕСОВСКИХ СЕТЕЙ В ОЦЕНКЕ ПРОЕКТОВ КОРПОРАТИВНОЙ УНИФОРМЫ

***Аннотация.** В статье раскрывается проблема принятия решения о дизайне корпоративной униформы в условиях противоречивости требований единообразия одежды сотрудников и потребностей участников дресс-кода в самовыражении. Совокупность вышеперечисленных факторов создает специфику в оценке проектов униформы, поскольку возникает необходимость прогнозирования стабильности политики дресс-кода, принятия его требований всеми заинтересованными сторонами. Для решения этой проблемы предложена методика оценки проектных решений униформы с позиций сбалансированности отражения в ее дизайне ценностей корпоративной культуры и возможностей личностной самоидентификации участников дресс-кода. В статье рассмотрен пример разработки и апробации семантической карты, отражающей вероятностную взаимосвязь параметров проектирования, в оценке и доработке моделей-предложений корпоративной униформы. Критерии оценки, представленные в формате семантической карты, позволяют отразить как маркетинговую роль униформы в продвижении услуг компании, так и актуальные потребности участников дресс-кода, выявленные в ходе экспертных обсуждений.*

***Ключевые слова:** дресс-код, корпоративная идентификация, амбивалентность, дизайн, экспертные методы оценки, личностная самоидентификация, гендер, комплектность*

Для цитирования: Денисова О. И., Денисов А. Р. Применение байесовских сетей в оценке проектов корпоративной униформы // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 60–66. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-60-66>.

Original article

Olga I. Denisova¹

Artem R. Denisov²

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

²Kostroma State University, Kostroma, Russia

APPLICATION OF BAYESIAN NETWORKS IN THE EVALUATION OF PROJECTS OF CORPORATE UNIFORM

***Abstract.** The article reveals the problem of making a decision on the design of a corporate uniform in the context of the contradictory requirements for uniformity of clothing for employees and the needs of participants in the dress code for self-expression. The combination of the above factors creates specificity in the assessment of uniform projects, since it becomes necessary to predict the stability of the dress code policy, the acceptance of its requirements by all interested parties. To solve this problem, a method is proposed for assessing the design decisions of a uniform from the standpoint of a balanced reflection in its design of the values of corporate culture and the possibilities of personal self-identification of participants in the dress code. The article considers an example of the development and testing of a semantic map, reflecting the probabilistic relationship of design parameters, in the assessment and refinement of models-proposals of a corporate uniform. The evaluation criteria presented in the semantic map format allow reflecting both the marketing role of the uniform in the promotion of the company's services and the actual needs of the dress code participants identified during the expert discussions.*

Keywords: *dress code, corporate identity, ambivalence, design, expert assessment methods, personal identity, male or female sex, completeness*

For citation: Denisova O. I., Denisov A. R. Application of Bayesian networks in the evaluation of projects of corporate uniform. *Technologies & Quality*. 2021. No 4(54). P. 60–66. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-60-66>.

Одежда для сотрудников организаций, созданная в рамках формирования фирменного стиля компании, может рассматриваться как корпоративная униформа, поскольку отличается стилистическим единообразием и используется как выразительная информационная «поверхность» для размещения элементов айдентики. Униформа как инструмент маркетинговой стратегии находит отражение в понятии «дресс-код», когда внешний вид сотрудников создает у клиента требуемое представление о качестве работы компании и уровне сервиса.

При разработке костюма – носителя фирменного стиля необходимо учитывать не только новизну дизайнерских решений, но и то, как они согласованы с миссией компании, стратегией развития бизнеса в условиях конкуренции в профессиональной сфере [1]. Исходя из разработанной теоретической модели проектирования корпоративной униформы, критерием оценки проекта могут служить количественные показатели [2], конкретизируемые при выдвижении гипотез об ожидаемом стратегическом эффекте введения униформы: например, увеличение числа клиентов на 3 % в течение 1 месяца после обновления униформы. Но, как показывает практика, в ситуации доминирования коммерческих интересов компании зачастую игнорируются такие проблемные аспекты эстетики корпоративной моды, как гендерная, религиозная, этническая идентификация и самовыражение участников дресс-кода, что приводит к демонстративным или скрытым амбивалентным проявлениям, разрушающим «имидж-стратегию» компании. Например, в рамках существовавшего на протяжении ряда лет дресс-кода аэропорта «Пулково» (г. Санкт-Петербург) эксплуатировались комплекты форменной одежды с доминантой контраста по цветовому тону и светлоте: оранжевый/темно-синий. При этом администрацией аэропорта были отмечены следующие проявления амбивалентности со стороны сотрудников – участников дресс-кода: выбор комплектов одежды на размер меньше (преимущественно женщинами), подвернутые рукава (что не позволяло увидеть логотип компании, размещенный в их нижней части), расстегнутые жакеты, «свои» модели сорочек/блузок и т. п. Если в ситуации дифференцированного подхода и гибкого дресс-кода эти проблемы могут быть решены на уровне

персоналии потребителя, то в случае более формального дресс-кода, при значительном числе вовлеченных лиц и неиндивидуальном производстве моделей одежды требуется найти компромиссное решение, исключающее возникновение подобного ущемления прав целевой аудитории [3].

Исходя из важности достижения маркетинговых показателей и однозначности невербальной трансляции ценностей компании посредством художественного языка корпоративной моды, оценку дизайна униформы целесообразно проводить, ориентируясь на эффективность информационной выразительности моделей в рамках требований заказчика. Параллельно следует выявлять/прогнозировать возможные проблемы с ее искажением вследствие амбивалентных реакций участников дресс-кода, недопустимые с позиций администрации компании. Как возможный вариант решения задачи, в работе [4] была предложена модель оценки двойственности смыслового содержания элементов формального дресс-кода (школьной формы) и, в частности, рассмотрена процедура экспертного анализа статистики имеющихся замечаний со стороны администрации. Однако предложенный способ обработки данных с применением аппарата нечетких множеств оценивается экспертами как сложный с позиции организации их работы, что ограничивает область применения данной методологии. Поэтому предложен альтернативный подход к процедуре оценки дизайна проектов униформы на основе байесовских сетей [5] в форме построения семантической карты (рис. 1), которая описывает вероятностную взаимосвязь параметров проекта. Достоинством предложенного подхода является возможность «достроить» семантическую карту на основе результатов NADI-циклов [2] путем введения новых взаимосвязей и рассчитав вероятность события путем проведения эксперимента в рамках фокус-группы. При этом можно определить, например, вероятность того, что потребитель выберет именно эту модель униформы из представленных вариантов или насколько позитивно воспринимаемая модель формы будет амбивалентна и т. д.

Подобная методология оценки дает возможность прогнозирования достоверности передачи и стабильности смыслового концепта униформы в ходе ее эксплуатации, поэтому

может быть рекомендована для оценки моделей униформы в ситуации масштабных и долгосрочных проектов с большим числом вовлеченных в политику дресс-кода лиц.

Например, в рамках разработки проекта редизайна корпоративного дресс-кода аэропорта «Пулково» был предложен ряд решений, авторами которых являлись как независимые дизайнеры, так и сотрудники самого предприятия, а также швейные предприятия, специализирующиеся на производстве корпоративной одежды. В представлении проектов использованы как методы художественно-образного моделирования, в рамках которых созданы эскизы

с различной стилизацией и авторской графикой, так и метод макетирования, т. е. представления идеи в материале с конструктивно-технологической проработкой («пробные» экспериментальные образцы изделий в материалах-аналогах). Далее специалистом отдела закупок аэропорта было проведено анкетирование сотрудников для выбора приоритетных моделей, удовлетворяющих требованиям конечных потребителей. Ознакомиться с проектными вариантами можно было, используя QR-код, либо лично получив печатный вариант эскизов. При этом вариант с макетами был представлен в форме фотографий реальных сотрудников компании.

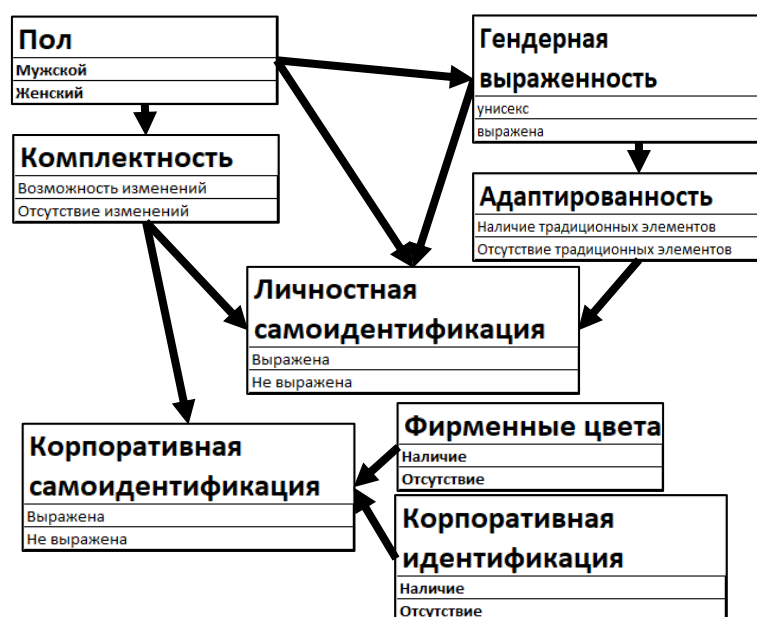


Рис. 1. Байесовская сеть для оценки проектов корпоративной униформы

Экспертное обсуждение представленных проектов и результатов анкетирования участников дресс-кода показало, что разнообразие в форме представления проектных идей привело к тому, что авторские эскизы с эффектными художественными образами, в которых очевидно нарушение анатомических пропорций тела и несоответствие размерному ряду заказчиков, оказали влияние на выбор потребителей, не имеющих профессиональных компетенций в области разработки костюма. На основе экспертного обсуждения предпочтений потребителей и руководства компании были сформулированы требования к художественному композиционному решению униформы, исходя из взаимосвязей семантической карты (см. рис. 1) (табл. 1–4).

Таблица 1
Классификация сотрудников по половой принадлежности S

Мужской s^0	Женский s^1
0,49	0,51

Таблица 2
Степень выраженности гендерного различия G

Пол S	Унисекс g^0	Выражена g^1	Ярко выражена g^2
Мужской s^0	0,5	0,4	0,1
Женский s^1	0,1	0,8	0,1

Таблица 3
Адаптированность внешнего вида изделий к национальному и религиозному контингенту участников дресс-кода N

Степень выраженности гендерного различия G	Наличие элементов традиционной стилистики n^0	Отсутствие элементов традиционной стилистики n^1
Унисекс g^0	0,1	0,9
Выражена g^1	0,2	0,8
Ярко выражена g^2	0,3	0,7

Таблица 4
Комплектность К

Пол S	Возможность комплекта видоизменяться k^0	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k^1
М	0,4	0,6
Ж	0,6	0,4

Далее определены вероятности применения средств художественной выразительности и достижения показателей, указанных в семантической карте (табл. 5–8).

Таблица 5
Корпоративная идентификация посредством колористического решения моделей Z

Наличие фирменных цветов z^0	Отсутствие фирменных цветов z^1
0,8	0,2

Таблица 6
Корпоративная идентификация посредством символики и аксессуаров L

Наличие лого, символов авиации l^0	Отсутствие лого, символов авиации l^1
0,9	0,1

Показатель «Личностная самоидентификация» (ЛС)

Таблица 7

Пол	Степень выраженности гендерного различия	Комплектность	Адаптированность внешнего вида изделий к национальному и религиозному контингенту	ЛС выражена	ЛС не выражена (т. е. возможна амбивалентность)
Мужской s^0	Унисекс g^0	Возможность комплекта видоизменяться k^0	Наличие элементов традиционной национальной стилистики p^0	0,6	0,4
Мужской s^0	Выражена g^1	Возможность комплекта видоизменяться k^0	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики p^1	0,7	0,3
Мужской s^0	Ярко выражена g^2	Возможность комплекта видоизменяться k^0	Наличие элементов традиционной национальной стилистики p^0	0,1	0,9
Мужской s^0	Унисекс g^0	Возможность комплекта видоизменяться k^0	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики p^1	0,7	0,3
Мужской s^0	Выражена g^1	Возможность комплекта видоизменяться k^0	Наличие элементов традиционной национальной стилистики p^0	0,6	0,4
Мужской s^0	Ярко выражена g^2	Возможность комплекта видоизменяться k^0	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики p^1	0,3	0,7
Мужской s^0	Унисекс g^0	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k^1	Наличие элементов традиционной национальной стилистики p^0	0,5	0,5
Мужской s^0	Выражена g^1	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k^1	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики p^1	0,5	0,5
Мужской s^0	Ярко выражена g^2	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k^1	Наличие элементов традиционной национальной стилистики p^0	0,1	0,9
Мужской s^0	Унисекс g^0	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k^1	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики p^1	0,7	0,3
Мужской s^0	Выражена g^1	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k^1	Наличие элементов традиционной национальной стилистики p^0	0,6	0,4
Мужской s^0	Ярко выражена g^2	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k^1	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики p^1	0,1	0,9

Окончание табл. 7

Пол	Степень выраженности гендерного различия	Комплектность	Адаптированность внешнего вида изделий к национальному и религиозному контингенту	ЛС выражена	ЛС не выражена (т. е. возможна амбивалентность)
Женский s ¹	Унисекс g ⁰	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	Наличие элементов традиционной национальной стилистики n ⁰	0,7	0,3
Женский s ¹	Выражена g ¹	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики n ¹	0,9	0,1
Женский s ¹	Ярко выражена g ²	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	Наличие элементов традиционной национальной стилистики n ⁰	0,4	0,6
Женский s ¹	Унисекс g ⁰	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики n ¹	0,5	0,5
Женский s ¹	Выражена g ¹	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	Наличие элементов традиционной национальной стилистики n ⁰	0,8	0,2
Женский s ¹	Ярко выражена g ²	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики n ¹	0,4	0,6
Женский s ¹	Унисекс g ⁰	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	Наличие элементов традиционной национальной стилистики n ⁰	0,1	0,9
Женский s ¹	Выражена g ¹	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики n ¹	0,4	0,6
Женский s ¹	Ярко выражена g ²	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	Наличие элементов традиционной национальной стилистики n ⁰	0,1	0,9
Женский s ¹	Унисекс g ⁰	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики n ¹	0,3	0,7
Женский s ¹	Выражена g ¹	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	Наличие элементов традиционной национальной стилистики n ⁰	0,3	0,7
Женский s ¹	Ярко выражена g ²	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	Отсутствие элементов традиционной национальной стилистики n ¹	0,1	0,9

Таблица 8

Показатель «Корпоративная самоидентификация»

Цвет	Символика	Комплектность	Выражена	Не выражена
Наличие фирменных цветов z ⁰	Наличие лого, символов авиации l ⁰	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	0,9	0,1
Отсутствие фирменных цветов z ¹	Наличие лого, символов авиации l ⁰	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	0,6	0,4
Наличие фирменных цветов z ⁰	Отсутствие лого, символов авиации l ¹	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	0,3	0,7
Отсутствие фирменных цветов z ¹	Отсутствие лого, символов авиации l ¹	Возможность комплекта видоизменяться k ⁰	0,1	0,9
Наличие фирменных цветов z ⁰	Наличие лого, символов авиации l ⁰	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	0,9	0,1
Отсутствие фирменных цветов z ¹	Наличие лого, символов авиации l ⁰	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	0,7	0,3
Наличие фирменных цветов z ⁰	Отсутствие лого, символов авиации l ¹	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	0,3	0,7
Отсутствие фирменных цветов z ¹	Отсутствие лого, символов авиации l ¹	Отсутствие возможности комплекта видоизменяться k ¹	0,1	0,9

Данные таблиц 1–8 служат своего рода формализованной базой требований – исходными данными для осуществления оценки дизайна конкретных моделей униформы. Например, на их основе была произведена оценка «доработанных» проектов редизайна униформы сотрудников аэропорта. В представлении этих вариантов редизайна были использованы антропометрически приближенные к стандартам фигуры, что позволило добиться симбиоза художественно-композиционных решений и эргономики моделей. В частности, был учтен характер движений потребителей в ходе выполнения профессиональных обязанностей (наклоны при проверке багажа на ленте и при досмотре пассажиров), а также эскизный проект отражал реальный размеро-ростовочный ряд сотрудников. Были предложены «гендерные» женские варианты моделей с нивелированным (корректным по отношению к регламентированным фирменным цветам) введением «женственных» оттенков, например, розового (подкладка жакета, колорит блузки и шейного платка). Принт на аксессуарах (шейных платках, галстуках) позволяет создать ассоциативные связи со сферой деятельности компании и подчеркнуть привязку к исторической культуре РФ, важную для продвижения туристических услуг. В таблицах 9–10 представлены результаты оценки дизайна женских комплектов.

Таблица 9
Корпоративная идентификация посредством колористического решения моделей Z

Наличие фирменных цветов z ⁰	Отсутствие фирменных цветов z ¹
0,8	0,2

Таблица 10
Корпоративная идентификация посредством символики и аксессуаров L

Наличие лого, символов авиации l ⁰	Отсутствие лого, символов авиации l ¹
0,9	0,1

Обработка данных в среде Microsoft Excel (рис. 2) позволила получить расчетные значения показателей выраженности корпоративной и личностной самоидентификации (соответственно, вероятность 0,79 и 0,54), что, в целом, говорит о целесообразности принятия предложенного варианта женской униформы в рамках лояльных по отношению к сотрудникам требований. Соответственно, если компания ужесточает требования дресс-кода, то необходимо рассмотреть альтернативные проекты с более низкими значениями показателя личностной самоидентификации.

Таким образом, апробация подобной процедуры оценки позволяет принять обоснованное решение по выбору проекта униформы с позиций отражения маркетинговых задач компании и удовлетворенности несформулированных потребностей участников дресс-кода.

Корпоративная самоидентификация									
94	Выражена	Наличие	0,8	Наличие	0,9	Возможн	0,453	0,9	0,293544
96	Не выражена	Наличие	0,8	Наличие	0,9	Возможн	0,453	0,1	0,032616
97	Выражена	Отсутствие	0,2	Наличие	0,9	Возможн	0,453	0,6	0,048924
98	Не выражена	Отсутствие	0,2	Наличие	0,9	Возможн	0,453	0,4	0,032616
99	Выражена	Наличие	0,8	Отсутстви	0,1	Возможн	0,453	0,3	0,010872
100	Не выражена	Наличие	0,8	Отсутстви	0,1	Возможн	0,453	0,7	0,025368
101	Выражена	Отсутствие	0,2	Отсутстви	0,1	Возможн	0,453	0,1	0,000906
102	Не выражена	Отсутствие	0,2	Отсутстви	0,1	Возможн	0,453	0,9	0,008154
103	Выражена	Наличие	0,8	Наличие	0,9	Отсутстви	0,547	0,9	0,354456
104	Не выражена	Наличие	0,8	Наличие	0,9	Отсутстви	0,547	0,1	0,039384
105	Выражена	Отсутствие	0,2	Наличие	0,9	Отсутстви	0,547	0,7	0,068922
106	Не выражена	Отсутствие	0,2	Наличие	0,9	Отсутстви	0,547	0,3	0,029538
107	Выражена	Наличие	0,8	Отсутстви	0,1	Отсутстви	0,547	0,3	0,013128
108	Не выражена	Наличие	0,8	Отсутстви	0,1	Отсутстви	0,547	0,7	0,030632
109	Выражена	Отсутствие	0,2	Отсутстви	0,1	Отсутстви	0,547	0,1	0,001094
110	Не выражена	Отсутствие	0,2	Отсутстви	0,1	Отсутстви	0,547	0,9	0,009846
111	Выражена		0,79185						
112	Не выражена		0,20815						

Рис. 2. Обработка данных в среде Microsoft Excel (скриншот)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сергунин А. А., Киприна Л. Ю. Исследование методов управления требованиями стейкхолдеров к программному обеспечению // Технологии и качество. 2020. № 1(47). С. 37–40.
2. Денисова О. И. Разработка теоретической модели проектирования корпоративной униформы исходя из анализа ее назначения // Костюмология. 2019. Т. 4, № 2. С. 14–17.
3. Денисова О. И., Денисов А. Р. Исследования потребительских предпочтений при выборе школьной формы // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2014. № 2(33). С. 62–66.
4. Денисова О. И., Денисов А. Р. Математическая модель оценки двойственности смыслового содержания элементов школьной формы на базе положений теории моды // Дизайн и технологии. 2017. № 57(99). С. 118–127.
5. Fenton N., Neil M. Combining evidence in risk analysis using Bayesian Networks // Agena White Paper W0704/01. 2004. Version 01.01. С. 1–6. URL: https://www.researchgate.net/publication/236944377_Combining_Evidence_in_Risk_Analysis_using_Bayesian_Networks (дата обращения: 25.10.2020).

REFERENCES

1. Sergunin A. A., Kiprina L. Yu. Research of methods for managing stakeholders requirements for the software. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2020;1(47):37–40. (In Russ.)
2. Denisova O. I. Development of a theoretical model for designing a corporate uniform based on an analysis of its purpose*. *Kostyumologiya* [Journal of Clothing Science]. 2019;2:14–17. (In Russ.)
3. Denisova O. I., Denisov A. R. Research on consumer preferences when choosing a school uniform*. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kostroma State Technological University]. 2014;2(33):62–66. (In Russ.)
4. Denisova O. I., Denisov A. R. Mathematical model for assessing the duality of the semantic content of the elements of school uniforms based on the provisions of the theory of fashion*. *Dizajn i tekhnologii* [Design and technology]. 2017;57(99):118–127. (In Russ.)
5. Fenton N., Neil M. Combining evidence in risk analysis using Bayesian Networks // Agena White Paper W0704/01. 2004; Version 01.01:1-6. URL: https://www.researchgate.net/publication/236944377_Combining_Evidence_in_Risk_Analysis_using_Bayesian_Networks (date of access: 25.10.2020).

Статья поступила в редакцию 19.10.2021
Принята к публикации 18.11.2021

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

Научная статья

УДК 645.41

doi 10.34216/2587-6147-2021-4-54-67-72

Светлана Павловна Рассадина¹

Дмитрий Юрьевич Симоненко²

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

¹rswetp@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9247-8487>

²karabasis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3057-6268>

СТУЛ КАК ОБЪЕКТ МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ

Аннотация. В статье раскрываются перспективы процесса создания индивидуальных предметов и услуг с учетом моделей, методов и инструментов, помогающих компаниям управлять разнообразием продуктов. Приводятся примеры индивидуальной настройки вещей, встречающихся на рынке. Обращается внимание на сегмент мебельной продукции, который, по мнению авторов, в настоящее время не достаточно кастомизирован. Особое внимание уделено возможности кастомизации и расширения ассортиментного ряда продукта с помощью параметрического дизайна на примере стула для письменного стола, разработанного с учетом размерных характеристик фигуры человека. **Ключевые слова:** массовая кастомизация, параметрический дизайн, индивидуальная настройка, проектирование, дизайн, 3D-технологии, стул

Для цитирования: Рассадина С. П., Симоненко Д. Ю. Стул как объект массовой кастомизации // Технологии и качество. 2021. № 4(54). С. 67–72. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-67-72>.

Original article

Svetlana P. Rassadina¹

Dmitriy Yu. Simonenko²

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

A CHAIR AS AN OBJECT OF MASS CUSTOMISATION

Abstract. The article reveals the prospects of the process of creating individual items and services, taking into account models, methods and tools that help companies manage a variety of products. Examples of individual customisation of things found on the market are given. Attention is drawn to the segment of furniture products, which, according to the authors, is currently not sufficiently customised. Special attention is paid to the possibility of customisation and expansion of the product range with the help of parametric design on the example of a desk chair designed taking into account the dimensional characteristics of the human figure.

Keywords: mass customisation, parametric design, individual customization, engineering, design, 3D technology, chair

For citation: Rassadina S. P., Simonenko D. Yu. A chair as an object of mass customization. Technologies & Quality. 2021. No 4(54). P. 67–72. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-4-54-67-72>.

Стратегия внедрения персонализированного подхода в продвижении товаров является вершиной развития идеи маркетинга о максимальном удовлетворении запросов потребителя. В связи с этим кастомизацию или индивидуальный подход к производству товаров и услуг в настоящее время внедряют компании из самых разных отраслей экономики.

В зависимости от степени вовлеченности потребителя в процесс выбора и диапазона вариантов выделяется экспертный, модульный,

смешанный и внешний методы кастомизации товаров и услуг [1, 2]. Примеры практического внедрения кастомизированного подхода найдены в сферах производства одежды, обуви, аксессуаров, предметов интерьера, мебели, электроники, автомобилей, услуг [3–8].

В сфере кастомизации мебели можно отметить внедрение «массовой кастомизации», когда потребитель сам конструирует необходимый предмет мебели из предлагаемых производителем элементов и вариантов настройки. Такой формат помогает производителю сократить издержки на создание большой линейки това-

ров, а покупатель при этом получает практически уникальный предмет по доступной цене.

В настоящее время потребителям предлагается множество моделей стульев для работы и учебы, обладающих различным функционалом в зависимости от назначения: стулья для работы за компьютером, ученические, таблоидные стулья для конференц-залов, для письменного стола и др. Для изготовления стульев применяются самые разнообразные материалы: натуральные, синтетические, композиционные. Используются как традиционные, так и новые технологии производства.

С точки зрения персонализации в практике дизайнерских решений мебели для сидения встречаются практически все подходы – от косметической кастомизации (рис. 1) до модульной.



Рис. 1. Один из девятнадцати уникальных вариантов стула Ercol для благотворительного аукциона [5]

Так, среди моделей стульев компании ИКЕА можно встретить образцы регулируемых стульев. Например, рабочий стул ЭРВФЬЕЛЛЕТ [9] спроектирован таким образом, чтобы каждый человек мог адаптировать его в соответствии со своими потребностями. В готовой модели стула регулируется пять параметров: высота и глубина сиденья, наклон спинки, высота подголовника и опоры в области поясницы. Опросы потребителей мебели компании ИКЕА показали [7], что предоставление большего выбора в инструментах массовой кастомизации дает больше возможностей для самовыражения и приводит к более высокой оценке продукта.

Однако рост разнообразия продуктовых линеек не всегда означает удовлетворение потребностей всех сегментов потребителей. В реальности такой маркетинг по сути направлен лишь на некую демонстрацию вовлеченности потенциальных покупателей в процесс выбора индивидуальных настроек товара или услуги.

Недостаточная степень удовлетворенности потребителей чаще всего проявляется в от-

ношении тех вещей, размеры которых связаны с антропометрическими размерными признаками фигуры человека – это одежда, обувь, мебель, некоторые инструменты и предметы быта. Однако если в массовом производстве одежды и обуви внедрены стандарты на типовые фигуры, модели выпускаются по размерам и ростам, то относительно проектирования мебели такой подход возможен пока только в рамках индивидуальных заказов.

О важности соответствия мебели размерам тела человека, согласованности предметов мебели с положением тела человека с анатомической точки зрения и проблеме неполного удовлетворения потребностей различных сегментов потребителей в своих исследованиях указывают многие российские и зарубежные ученые [4, 8, 10–17].

Например, в работе [15] приведены факты неполного удовлетворения потребностей посетителей магазина «Богатырь» представленным размерным рядом моделей одежды.

Подобная проблема наблюдается и в мебельной промышленности. Так, людям с высоким ростом, большим весом, другим особенностями телосложения, отличающимися от типовых фигур, зачастую трудно подобрать удобную мебель для работы за домашним письменным столом.

Результаты исследования [10] различий между антропометрическими измерениями студентов и размерами существующей мебели показали, что размеры анализируемых моделей стульев примерно в 40 % случаев не соответствуют параметрам тела испытуемых студентов.

Ограничения, возникающие при использовании таблоидного стула, проанализированы в работе [17]. Данные опроса 160 студентов университета, использовавших стул для сидения в аудитории более 1 ч в день, показали, что от 33 до 46 % студентов не могли найти ни одного подходящего стула с приемлемыми параметрами, испытуемые указывали на дискомфорт в теле в области локтя, спины, шеи и бедер.

Учитывая то, что стулья производятся с учетом параметров стандартной типовой фигуры, отметим несколько фактов, говорящих об изменении антропологических данных за последние десятилетия. По мнению исследователей-антропологов, за последние 100 лет средний рост людей в мире увеличился более чем на 10 см [19]. Кроме того, в последние десятилетия в мире значительно увеличилось количество людей с высоким индексом массы тела [20]. Все это свидетельствует о неполном охвате аудитории и необходимости индивидуальной настройки параметров мебели для людей, чьи физические

ские размеры выходят за границы средних типовых фигур.

Современные технологии и подходы к производственному процессу мебели, продаже и логистике позволили иначе взглянуть на проблему неполного соответствия размеров стульев для учебы и работы параметрам тела человека.

Если объективно посмотреть на ситуацию с проектированием стульев, можно выделить два подхода, позволяющих индивидуализировать конструкцию изделия под конкретные запросы и параметры человека – это индивидуальный заказ в единичном экземпляре и настройка готового изделия, выполненного в условиях массового производства (например, регулируемые стулья).

Существует и третий вариант. Развитию кастомизированного подхода в мебельной индустрии способствует возможность применения новых моделей, методов и инструментов, в частности параметрического проектирования, внедрения аддитивных технологий [21] и технологий гибкого производства [22], в совокупности способных быстро реагировать на расширение линейки продукции.

Авторами создан параметрический алгоритм для построения конструкции стула и серии 3D-моделей, основанный на общепризнанных эргономических рекомендациях к проектированию стульев [11], обеспечивающих максимальный комфорт для пользователя.

Для построения абриса стула использованы следующие размерные признаки тела человека: высота в положении стоя и сидя, длина бедра, длина голени, высота линии колена, высота линии талии, высота линии лопаток, изгиб поясничного отдела, изгиб грудного отдела.

Моделями-аналогами стали стулья для письменного стола компании ИКЕА, выполненные из формованного многослойного клееного шпона и композиционных листовых материалов с использованием технологий ЧПУ и формования деталей сидений. Модели сидений стульев СВЕНБЕРТИЛ и ЛЕЙФ-АРНЕ от ИКЕА были испытаны среди студентов. Несмотря на объективные недостатки – несоответствие размеров данных моделей параметрам высоких (более 185 см) испытуемых, такие модели по сравнению с регулируемыми офисными стульями обладают доступной ценой, они удобны, в том числе для частых переездов, штабелируются и имеют дизайн, подходящий к современным минималистичным интерьерам.

Используя разработанные авторами статьи алгоритмы параметрического построения [13] в среде Grasshopper программы Rhinoceros®,

создана серия стульев для пользователей с различным телосложением (рис. 2, 3).



Рис. 2. 3D-модели стульев, построенные на основе данных пользователей различного телосложения:

слева направо: 1 – рост 197, размер 60; 2 – рост 177, размер 54; 3 – рост 147, размер 48; 4 – рост 177, размер 52 (другая конфигурация сидения)

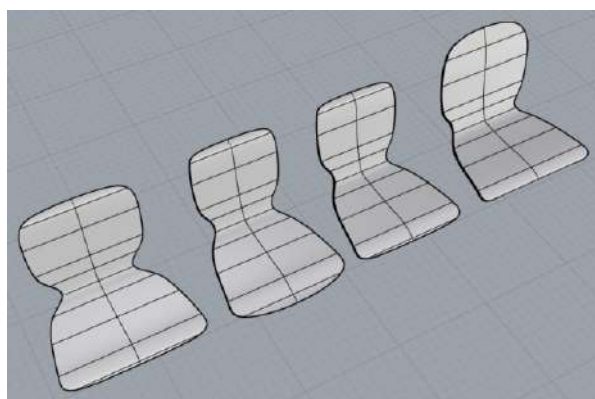
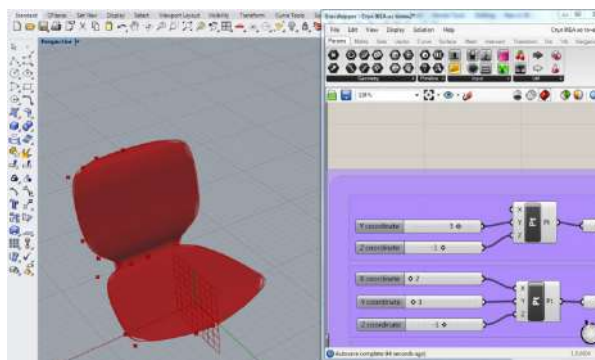


Рис. 3. Процесс построения поверхности сидения в среде Grasshopper средствами параметрических алгоритмов

Созданные модели сидений стульев демонстрируют возможности параметрического дизайна, позволяющего быстро изменять конструкцию изделия, цвет и фактуру поверхности. Файлы 3D-поверхностей могут стать входными данными для производства сидений с помощью аддитивных технологий, а также вырезания деталей из

листовых материалов на станках с ЧПУ. Данный подход позволит расширить модельный ряд, а также повысит удовлетворенность потребителей, обладающих нестандартным телосложением. Параметрический дизайн реализуем как индивидуальная настройка в условиях массового производства стульев для жилых помещений. В случае с общественными пространствами необходима обновленная статистическая информация по антропологическим данным населения.

ВЫВОДЫ

Перспективы кастомизированного подхода в выборе мебели должны позволять пользо-

вателям выбирать не только готовые модули и варианты внешнего оформления изделия, но и в разумных пределах менять конструкцию изделия в соответствии с размерами фигуры человека. На современном этапе в условиях гибкого производства необходим оптимальный набор вариантов продуктов, которые максимизируют потребительскую ценность, а также выгодны производителям. Производственные системы должны быть спроектированы гибкими, изменяемыми и реконфигурируемыми для достижения экономического масштаба и повышения производительности при производстве расширенных линеек продукции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Азоев Г. Л., Старостин В. С. Технологии кастомизации // Маркетинг. 2013. № 1(128). С. 86–102.
2. Кулиничева Е. Дизайн-дебаты: В чем смысл кастомизации // Houzz.ru. URL: <https://www.houzz.ru/statyi/dizayn-debaty-v-chem-smysl-kastomizatsii-stsetivw-vs~88743351-customization> (дата обращения: 21.10.2021).
3. Zikran V. ERA CUSTOMIZATION. URL: <https://styleinsider.com.ua/2015/06/era-customization> (дата обращения: 21.10.2021).
4. Грашин А. А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды. Дизайн унифицированных и агрегатированных объектов : учеб. пособие. М. : Архитектура-С, 2004. 227 с.
5. «Кастомизация» лампы Anglepoise и стула Ercol // AD : офиц. сайт. URL: <https://www.admagazine.ru/design/kastomizaciya-lampy-anglepoise-i-stula-ercol> (дата обращения: 21.10.2021).
6. Кудашкина Л. Продуктовая стратегия: виды, формирование, разработка и управление. URL: <https://blog.iteam.ru/produktovaya-strategiya-vidy-formirovanie-razrabotka-i-upravlenie> (дата обращения: 21.10.2021).
7. Ling I. L. et al. Exploring IKEA effect in self-expressive mass customization: Underlying mechanism and boundary conditions // Journal of Consumer Marketing. 2020. Т. 37, № 4. С. 365–374.
8. Управление ассортиментом продукции // ScienceDirect.com. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850613001972?casa_token=YqwzEpSq74AAAAA:6gj1GL9QRfOHXa0Awwv7bZ1FCkLKrFrliFJokynFibAzv3sTUw6GzA71KjL7mMR7xhXQAvVROmrk#sec0040 (дата обращения: 21.10.2021).
9. Рабочий стул с подлокотниками // IKEA : сайт компании. URL: <https://www.ikea.com/ru/ru/p/jaervfjaellet-ervfellet-rabochiy-stul-s-podlokotnikami-gunnared-temno-seryy-chernyy-s49386369> (дата обращения: 21.10.2021).
10. Ergonomic design of classroom furniture for university students of Bangladesh / A. S. M. Hoque, M. S. Parvez, P. K. Halder, T. Szecsi // Journal of Industrial and Production Engineering (Publ. Taylor & Francis). 2014. No 31. P. 5239–5252.
11. Ливанов Н. Индивидуальная эргономика рабочего места: прошлое или будущее? // Технологии в электронной промышленности. 2014. № 4(72). С. 78–80.
12. Пономаренко Л. В., Кантиева Е. В., Безгина Л. Н. Потребительские свойства мебели // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. Т. 4, № 5-2(25-2). С. 154–161.
13. Симоненко Д. Ю., Рассадина С. П. Проектирование кастомизированной мебели по принципам параметрического построения // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всероссийской научно-практической конференции: в 2 ч. (г. Кострома, 18–19 марта 2021 года). Кострома : Костромской государственный университет, 2021. С. 64–68.
14. Товароведение, экспертиза и стандартизация : учебник / А. А. Ляшко, А. П. Ходыкин, Н. И. Волошко, А. П. Снитко. 2-е изд. М. : Дашков и К°, 2015. 660 с.
15. Хамханова Д. Н., Хадыков М. Т., Шарапова С. М. О стандартизации типоразмерных рядов одежды для полных мужчин // Динамика систем, механизмов и машин. 2014. № 3. С. 49–51.
16. Ученическая мебель: современный взгляд на функциональные размеры / П. И. Храмцов, А. Н. Строчкина, В. В. Молдованов, Е. Н. Сотникова // ВСП. 2009. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/>

- article/n/uchenicheskaya-mebel-sovremennyy-vzglyad-na-funktsionalnye-razmery (дата обращения: 21.10.2021).
17. Shah R. M. et al. Ergonomics issues in furniture design: a case of a tabloid chair design // *Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems*. Springer, Heidelberg, 2013. С. 91–103.
 18. Шпак А. Ю. Унификация и агрегатирование в практике дизайнерского проектирования. Принцип «конструктор» // VIII Машеровские чтения : материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Витебск, 16–17 октября 2014 г.) / ред. И. М. Прищепа. Витебск : Витебский государственный университет им. П. М. Машерова, 2014. С. 285–286.
 19. Столетие тенденций роста взрослого человека // ScienceDirect.com. URL: <https://elifesciences.org/articles/13410> (дата обращения: 21.10.2021).
 20. Мировые тенденции в индексе массы тела, недостаточном весе, избыточном весе и ожирении с 1975 по 2016 год: объединенный анализ 2416 популяционных исследований по измерению у 128,9 миллионов детей, подростков и взрослых // *The Lancet* : электронный журнал. URL: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32129-3/fulltext?elsca1=tlpr](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32129-3/fulltext?elsca1=tlpr) (дата обращения: 21.10.2021).
 21. Chen Y. Entertaining our lives: The way to incorporate "fun" elements to furniture design : дис. The University of Iowa, 2016. URL: <https://www.proquest.com/dissertations-theses/entertaining-our-lives-way-incorporate-fun-elements/docview/1824065913/se-2?accountid=175016> (дата обращения: 21.10.2021).
 22. Yongliang H. The Application of 3D Printing in Modern Furniture Design // *Furniture & Interior Design*. 2018. P. 03.

REFERENCES

1. Azoev G. L. Customization technologies*. *Marketing* [Marketing]. 2013;1(128):86–102. (In Russ.)
2. Kulinicheva E. Design debates: What is the meaning of customization*. Houzz.ru. URL: <https://www.houzz.ru/statyi/dizayn-debaty-v-chem-smysl-kastomizatsii-stsetivw-vs~88743351> (date of access: 21.10.2021).
3. Zikran V. ERA CUSTOMIZATION. URL: <https://styleinsider.com.ua/2015/06/era-customization> (date of access: 21.10.2021).
4. Grashin A. A. Methodology of design of elements of the subject environment. Design of unified and aggregated objects*. Moscow, Architecture-C Publ., 2004. 227 p. (In Russ.)
5. Customization of Anglepoise lamp and Ercol chair*. AD. URL: <https://www.admagazine.ru/design/kastomizatsiya-lampy-anglepoise-i-stula-ercol> (date of access: 21.10.2021).
6. Kudashkina L. Product strategy: types, formation, development and management*. URL: <https://blog.iteam.ru/produktovaya-strategiya-vidy-formirovanie-razrabotka-i-upravlenie> (date of access: 21.10.2021).
7. Ling I. L. et al. Exploring IKEA effect in self-expressive mass customization: Underlying mechanism and boundary conditions. *Journal of Consumer Marketing*. 2020;37,4:365–374.
8. Product assortment management*. ScienceDirect.com. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850613001972?casa_token=YqwzEpSqD74AAAAA:6gj1GL9QRfOHXa0Awv7bZ1FCkLKrFrIifjokynfibazv3stuw6gza71kjl7mmr7xhxqavvromrk#sec0040 (date of access: 21.10.2021).
9. A work chair with armrests*. IKEA. URL: <https://www.ikea.com/ru/ru/p/jaervfjaellet-ervfellet-rabochiy-stul-s-podloktnikami-gunnared-temno-seryy-chernyy-s49386369> (date of access: 21.10.2021).
10. Hoque, A.S.M. & Parvez, Md & Halder, Pangkaj & Szecsi, T.. (2014). Ergonomic design of classroom furniture for university students of Bangladesh. *Journal of Industrial and Production Engineering* (Publ. Taylor & Francis). 2014;31:5239–5252.
11. Livanov N. Individual workplace ergonomics: past or future?*. *Tekhnologii v elektronnoy promyshlennosti* [Technologies in the electronic industry]. 2014;4(72):78–80. (In Russ.)
12. Ponomarenko L. V., Kantieva E. V., Bezgina L. N. Consumer properties of furniture*. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice]. 2016;4,5-2(25-2):154–161. (In Russ.)
13. Simonenko D. Yu., Rassadina S. P. Designing customized furniture according to the principles of parametric construction*. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Scientific research and development in the field of design

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

- and technology : materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference: in 2 parts, Kostroma, March 18–19, 2021]. Kostroma, Kostroma State Univ. Publ., 2021. P. 64–68. (In Russ.)
14. Lyashko A. A., Khodykin A. P., Voloshko N. I., Snitko A. P. Commodity science, expertise and standardization*. 2nd ed. Moscow. Dashkov and Co Publ. 2015. 660 p. (In Russ.)
 15. Hamhanova D. N., Hadyki M. T., Sharapova S. M. On standardization of standard series clothing for full-bodied men. *Dinamika sistem, mekhanizmov i mashin* [Dynamics of systems, mechanisms and machines]. 2014;3:49–51. (In Russ.)
 16. Hramcov P. I., Strokina A. N., Moldovanov V. V., Sotnikova E. N. School furniture: modern view on the functional sizes*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchenicheskaya-mebel-sovremennyy-vzglyad-na-funktsionalnye-razmery> (date of access: 21.10.2021).
 17. Shah R. M. et al. Ergonomics issues in furniture design: a case of a tabloid chair design // *Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems*. Springer, Heidelberg, 2013. P. 91–103.
 18. Shpak A. Yu. Unification and aggregation in the practice of design. The principle of “constructor”*. *VIII Masherovskie chteniya : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenykh (Vitebsk, 16–17 oktyabrya 2014 g.)* [VIII Masherov readings: Materials of the international scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Vitebsk, October 16–17, 2014] I. M. Prishchepa (ed.). Vitebsk, Vitebsk State Univ. named after P. M. Masherov Publ., 2014. P. 285–286. (In Russ.)
 19. A century of adult growth trends*. ScienceDirect.com. URL: <https://elifesciences.org/articles/13410> (date of access: 21.10.2021).
 20. Global trends in body mass index, underweight, overweight and obesity from 1975 to 2016: a combined analysis of 2416 population studies measured in 128.9 million children, adolescents and adults. *The Lancet*. URL: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32129-3/fulltext?elseca1=tlpr](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32129-3/fulltext?elseca1=tlpr) (date of access: 21.10.2021).
 21. Chen Y. Entertaining our lives: The way to incorporate “fun” elements to furniture design : dis. The University of Iowa, 2016. URL: <https://www.proquest.com/dissertations-theses/entertaining-our-lives-way-incorporate-fun-elements/docview/1824065913/se-2?accountid=175016> (date of access: 21.10.2021).
 22. Yongliang H. The Application of 3D Printing in Modern Furniture Design. *Furniture & Interior Design*. 2018:03.

Статья поступила в редакцию 14.10.2021
Принята к публикации 18.11.2021

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

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

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

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

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

Построение статьи

Порядок размещения материала должен соответствовать представленному ниже списку.

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

Правила составления аннотации к научной статье

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

I. Презентация вопроса или проблемы, которым посвящена статья.

II. Описание хода исследования.

III. Выводы: итоги, которых удалось достичь в результате проведенного исследования.

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

Фразы, рекомендуемые для написания аннотации к научной статье:

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

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

Пример оформления статьи

Научная статья

УДК 689

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

Сергей Ильич Галанин

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

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

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КАМНЕЙ И ОРГАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ЮВЕЛИРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

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

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

Original article

Sergey I. Galanin

Kostroma State University, Kostroma, Russia

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

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

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

Текст статьи...

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

REFERENCES

© Галанин С. И., 2021

Примеры оформления библиографических ссылок на источники цитирования

Моноиздания

Если авторов не более трех, то указывают всех.

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

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

Например:

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

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

Многотомное издание

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

Например:

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

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

Один том из многотомного издания

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

Например:

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

Сборники

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

Например:

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

Статьи из сборников

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

Например:

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

Статьи из журналов

Если авторов не более трех, то указывают всех.

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

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

Например:

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

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

Статьи из газет

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

Например:

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

Справочные издания, энциклопедии, словари

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

Например:

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

Статьи из энциклопедий, словарей

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

Например:

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

Диссертации

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

Например:

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

Авторефераты диссертаций

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

Например:

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

Патентные документы

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

Например:

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

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

Стандарты

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

Например:

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

Материалы из сети Интернет

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

Например:

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

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

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

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

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

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

Архивные материалы

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

Например:

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

Рекомендации по транслитерации

Перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице (“References”) представляется согласно стилю оформления (Vancouver Style), принятому в редакции журнала.

К каждой библиографической записи необходимо найти верифицированный (используемый автором цитируемого источника) перевод названия статьи и названия журнала. Чаще всего перевод названия статьи, предложенный автором или редакторами журнала, можно найти на странице журнала в сети Интернет, или на странице журнала в РИНЦ на сайте <http://elibrary.ru>. Если такое название не удастся найти, но следует перевести название на английский язык самостоятельно, после такого перевода необходимо поставить звездочку* и в конце списка оставить примечание: **Перевод названия источника выполнен автором статьи / Translated by author of the article*. Звездочка ставится после каждого названия, переведенного лично автором статьи. Если перевод названия был найден в верифицированных источниках, звездочку ставить не надо.

Транслитерация производится с помощью автоматического транслитератора, например, <http://translit-online.ru>. Важно использовать системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит; не делать транслитерацию 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.

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2021 – № 4(54)

ДЕКАБРЬ

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)
Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС 77-75262 от 7.03.2019 г.*

16+

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

Издательско-полиграфический отдел
Костромского государственного университета

Подписано в печать 15.12.2021. Дата выхода в свет 23.12.2021. Формат бумаги 60×90 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 10,0. Заказ 236. Тираж 500.
Цена свободная.

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

Отпечатано ИПО КГУ
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17
Т. 49-80-84. E-mail: rio-kgtu@yandex.ru

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