



Костромской  
государственный  
университет

ISSN 2587-6147

16+



**ТЕХНОЛОГИИ  
И КАЧЕСТВО**

**2(44)  
2019**



# ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

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

Издается с 1999 года

**2019**

**№ 2(44)**

**ИЮНЬ**

# TECHNOLOGIES & QUALITY

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

Appears since 1999

**2019**

**№ 2(44)**

**JUNE**

**Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук**

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:****Главный редактор**

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

**Ответственный редактор**

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

**ВИГЕН Х. АРАКЕЛЬЯН**

профессор, Национальный институт прикладных наук  
(г. Ренн, Франция)

**НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ БЕСЧАСТНОВ**

доктор искусствоведения, профессор, Российский  
государственный университет им. А. Н. Косыгина

**ГРИГОРИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ БУКАЛОВ**

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

**СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН**

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

**ВИКТОР АРКАДЬЕВИЧ ГЛАЗУНОВ**

доктор технических наук, доктор философских наук,  
Институт машиноведения им. А. А. Благонравова

Российской академии наук (Москва)

**ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЖУКОВ**

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

**ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА**

кандидат технических наук, доцент,  
Костромской государственной университет

**МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ**

доктор технических наук, доцент,  
Костромской государственной университет

**ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА**

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

**АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ**

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

**АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН**

доктор технических наук, профессор,  
Ивановский государственный политехнический университет

**СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН**

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

НАДЕЖДА АНАТОЛЬЕВНА СМЕРНОВА  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

**ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА**

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

**ВЕЙЛИН СЮ**

профессор, Уханьский текстильный университет (КНР)

**ЛЮБОМИР ТУЛАХ**

кандидат технических наук,  
«ВУТС а. о.» (г. Либерец, Чехия)

**СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ УГРЮМОВ**

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

**EDITORIAL BOARD STAFF:****Editor-in-chief**

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

**Executive Secretary**

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

**VIGEN Kh. ARAKELIAN**

Professor, National Institute of Applied Sciences  
(the City of Rennes, France)

**NIKOLAY PETROVICH BESCHASTNOV**

Doctor of the Science of Art, Professor,  
Kosygin Russian State University

**GRIGORIY KONSTANTINOVICH BUKALOV**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

**SERGEY ILICH GALANIN**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

**VIKTOR ARKADYEVICH GLAZUNOV**

Doctor of Technical Sciences, Doctor of Philosophical Sciences,  
Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute  
of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

**VLADIMIR IVANOVICH ZHUKOV**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

**LYUDMILA YURYEVNA KIPRINA**

Candidate of Technical Sciences, Docent,  
Kostroma State University

**MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELEV**

Doctor of Technical Sciences, Docent,  
Kostroma State University

**ZHANNA YURYEVNA KOYTOVA**

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

**ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

**ALEKSEY YURYEVICH MATROHIN**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Ivanovo State Polytechnic University

**SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN**

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

NADEZHDA ANATOLEVNA SMIRNOVA  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

**GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

**WEILIN XU**

Professor, Wuhan Textile University (China)

**LUBOMIR TULACH**

Candidate of Technical Sciences,  
VUTS a. s. (the City of Liberec, Czech Republic)

**SERGEY ALEKSEYEVICH UGRYUMOV**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Saint-Petersburg State  
Forest Engineering University

# ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-3-5

05.19.00 Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности  
УДК 677.052

**Исроилов Азамат Хисайнович**

аспирант

**Жуков Владимир Иванович**

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

e-mail: Isroilov-azamat@mail.ru, zhukov\_v\_i\_51@mail.ru

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ СВЕРХМАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ

*Отечественная текстильная промышленность находится на низком уровне развития. В частности, льняная отрасль имеет слабую сырьевую базу. Недостаток сырья можно объяснить низким уровнем производства льняного волокна, вызванным малым количеством посевных площадей и низкой урожайностью. На сегодняшний день основной задачей, стоящей перед льняной отраслью, является создание надежной отечественной сырьевой базы для льноперерабатывающих предприятий. В работе рассматриваются основные характеристики и свойства льняных изделий. Используемые технологии и существующий сырьевой уровень позволяют вырабатывать пряжу средних линейных плотностей и более толстую. Большой интерес представляет очень тонкая пряжа, позволяющая вырабатывать тонкую ткань типа «батист».*

**Ключевые слова:** лен, чистольняная пряжа, сверхмалая линейная плотность, выработка пряжи, удельная разрывная нагрузка, ровница, технология.

В начале XX века Российская империя занимала лидирующее место по производству и экспорту льна. На долю страны приходилось 80 % мировых посевов и 70 % сборов льна. Льняное производство в основном было расположено в Смоленской, Вологодской, Ярославской и Костромской губерниях [1].

Лен – это натуральное волокно растительного происхождения, которое получают из стеблей льна (однолетнее травянистое растение). Наиболее известными видами льна являются лен-кудряш, лен-долгунец и лен-межеумок. Источником сырья для текстильной промышленности в основном является лен-долгунец. Лен-долгунец имеет тонкий стебель высотой 70...125 см и диаметром 0,8...1,5 мм, не ветвистый [2, с. 6].

В последнее время в мире спрос на льняные изделия стремительно растет. Льняная ткань является одним из самых лучших материалов для одежды. Такие свойства, как износостойкость, прочность, воздухопроницаемость, теплопроводность, гигроскопичность, являются основными факторами при выборе одежды из льна.

Льняные ткани отличаются очень высокой износостойкостью. Изделия из льняных волокон не теряют своих качеств после многократных стирок даже при высоких температурах. Лен имеет ценные гигиенические свойства. Ткань из льняных волокон считается природным антисептиком.

Качество льняной пряжи в основном оценивается ее прочностью и предполагает разрушение образца определенной длины методом разрыва. Как правило, это длина образца ( $500 \pm 1$ ) мм (0,5 м), ГОСТ 6611.2–73 (ИСО 2062–72, ИСО 6939–88). В зависимости от физико-механических параметров льняная пряжа оценивается группой качества СЛ, ВЛ, СрЛ и ОЛ. Главным параметром, по которому устанавливается группа качества, является удельная разрывная нагрузка, сН/текс.

Наименьшая линейная плотность пряжи, указанная в ГОСТ 10078–85, составляет 17 текс. Для получения льняной пряжи небольших линейных плотностей требуются льняные волокна высоких номеров. В настоящее время пряжа таких линейных плотностей практически не производится, поскольку в промышленных масштабах не выращиваются подходящие сорта льна. Определяющими факторами низкой

рентабельности производства льнопродукции являются неудовлетворительное состояние семеноводства, проблема улучшения сортового состава посевов, а также недостаточный уровень технологического и технического обеспечения льноводства, низкий уровень оснащённости льнозаводов новым оборудованием.

Используемые технологии и существующий сырьевой уровень позволяют вырабатывать в настоящее время пряжу средних линейных плотностей (50...70 текс) и более толстую. Большой интерес представляет очень тонкая пряжа, позволяющая вырабатывать ткань типа «батист».

В Костромском государственном университете проводятся исследования по созданию технологии выработки чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности. Целью научных разработок является получение пряжи линейной плотностью ориентировочно 10 текс. Исследование направлено на получение сверхтонкой чистольняной пряжи с использованием в качестве исходного сырья для ее производства доступных сортов льна. При решении поставленной задачи исследователям предстоит определить технологию и технику производства пряжи, изучить ее технологические свойства. В научной, технической и исторической литературе нет данных о характеристиках чистольняной пряжи такой сверхмалой линейной плотности. У авторов настоящей статьи имеется в распоряжении образец подобной пряжи очень малой линейной плотности, выработанной в начале XX века. Установлено, что основной показа-

тель удельной разрывной нагрузки такой пряжи оказался несколько ниже, чем значения, зафиксированные в действующем стандарте [3]. На основании выполненных исследований авторам предстоит определить нормативные показатели качества пряжи или научно объяснить возможность разработки технологии ее выработки с приемлемым уровнем качества.

Перспективным решением представляется использование ровницы пониженной линейной плотности, которую можно получать мокрым способом на бескруточной ровничной машине [4–6].

Производство льняной пряжи малых линейных плотностей позволит расширить ассортимент текстильных изделий и повысить конкурентоспособность отечественной текстильной отрасли.

Успешное решение поставленных задач даст промышленным предприятиям, занимающимся выпуском «особых» сверхлегких чистольняных тканей, ряд преимуществ: увеличение дохода в связи с повышенным спросом данной продукции у населения; сокращение затрат, поскольку для выработки квадратного метра ткани потребуется значительно меньше сырьевых ресурсов – трепаного льна [7].

Разработка технологии выработки чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности является перспективным направлением научно-исследовательских работ, которое позволит льняной отрасли достичь более высоких показателей рентабельности и общей экономической эффективности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. XXI век – век льна [Электронный ресурс] // Наука и жизнь. – Режим доступа : <https://www.nkj.ru/archive/articles/9080> (дата обращения: 10.01.2019).
2. Прядение льна : учебник / И. Ф. Смелянская, Л. С. Ильин, В. И. Жуков, В. Н. Кротов. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2007. – 544 с.
3. Жуков В. И., Исроилов А. Х. Характеристики чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности // Технологии и качество. – 2017. – № 1(37). – С. 12–14.
4. Смирнова С. Г. О перспективах прядения льна с применением бескруточной ровницы // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2013. – № 2(31). – С. 19–21.
5. Смирнова С. Г., Соркин А. П. Исследование качественных показателей пряжи, полученной из ровницы разной структуры // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – № 4С. – С. 56–58.
6. Рудовский П. Н., Соркин А. П., Смирнова С. Г. Проблемы технологии формирования ровницы для получения пряжи пониженной линейной плотности из льна [Электронный ресурс] // Научный вестник Костромского государственного технологического университета. – 2010. – № 2. – Режим доступа : <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2010-2-6.pdf> (дата обращения: 10.01.2019).
7. Жуков В. И., Исаев И. А. Влияние вида гарнитуры и режимов обработки на процесс чесания трепаного льна // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2012. – С. 17–21.

## REFERENCES

1. XXI век – век l'na [Elektronnyj resurs] // Nauka i zhizn'. – Rezhim dostupa : <https://www.nkj.ru/archive/articles/9080> (data obrashcheniya: 10.01.2019).
2. Pryadenie l'na : uchebnik / I. F. Smel'skaya, L. S. Il'in, V. I. Zhukov, V. N. Krotov. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2007. – 544 s.
3. Zhukov V. I., Isroilov A. H. Harakteristiki chistol'nyanoj pryazhi sverhmaloj linejnoy plotnosti // Tekhnologii i kachestvo. – 2017. – № 1(37). – S. 12–14.
4. Smirnova S. G. O perspektivah pryadeniya l'na s primeneniem beskrutochnoj rovnicy // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2013. – № 2(31). – S. 19–21.
5. Smirnova S. G., Sorkin A. P. Issledovanie kachestvennyh pokazatelej pryazhi, poluchennoj iz rovnicy raznoj struktury // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2009. – № 4C. – S. 56–58.
6. Rudovskij P. N., Sorkin A. P., Smirnova S. G. Problemy tekhnologii formirovaniya rovnicy dlya polucheniya pryazhi ponizhennoj linejnoy plotnosti iz l'na [Elektronnyj resurs] // Nauchnyj vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2010. – № 2. – Rezhim dostupa : <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2010-2-6.pdf> (data obrashcheniya: 10.01.2019).
7. Zhukov V. I., Isaev I. A. Vliyanie vida garnitury i rezhimov obrabotki na process chesaniya trepanogo l'na // Nauchnye trudy molodyh uchenyh KGTU. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2012. – S. 17–21.

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-5-9

05.19.00 Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

УДК 677.024.1

**Гречухин Александр Павлович**

доктор технических наук

**Хабибуллоев Амирхамза Таварович**

магистрант

**Бегназаров Бегиджон Эмомалиевич**

магистрант

**Ушаков Сергей Николаевич**

аспирант

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

[niskstu@yandex.ru](mailto:niskstu@yandex.ru)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТКАНИ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ ТКАЦКОГО СТАНКА

Работа выполнена по гранту РФФИ, проект № 18-48-44002 p\_a

*В данной статье предложен метод расчета деформационных свойств ткани в различных зонах ткацкого станка – в зоне «вальян – грудница» и зоне «опушка ткани – грудница». В основу расчетов положена нелинейная теория изгиба для определения параметров строения ткани, находящейся на станке. Полученные модели могут быть использованы в составе математической модели для расчета параметров процесса формирования однослойных тканей – силы прибоа, натяжения нитей основы и ткани в момент прибоа. Получена модель изменения относительной деформации ткани в зависимости от приложенной нагрузки. Расчет проводится численными методами. На его точность влияет количество интервалов, на которые разбивается моделируемый участок. В статье приведено обоснование количества участков, обеспечивающих достаточную для практики точность расчетов.*

**Ключевые слова:** строение ткани, деформация ткани, зона ткацкого станка, плотность ткани по утку, плотность ткани по основе, вальян, грудница.

Моделирование процесса формирования ткани является сложной задачей из-за наличия большого числа неизвестных факторов.

Одним из важнейших параметров процесса формирования ткани является натяжение нитей основы. Прогнозирование натяжения нитей основы до выработки ткани на станке позволяет ответить на многие вопросы по технологии изготовления ткани.

© Гречухин А. П., Хабибуллоев А. Т.,  
Бегназаров Б. Э., Ушаков С. Н., 2019.

Существует большое количество работ, посвященных моделированию процесса формирования ткани [1–9]. Однако в качестве недостатка существующих подходов можно отметить большое количество допущений, которые, с одной стороны, позволяют исключить из состава исходных данных деформационные свойства ткани, а с другой – приводят к снижению точности получаемых математических моделей.

Все предложенные в настоящей статье расчеты приведены для однослойной льняной ткани полотняного переплетения [10].

Учет деформационных свойств ткани позволяет с более высокой точностью описать процесс ее формирования на ткацком станке. При этом необходимо учитывать различный характер деформирования ткани в различных зонах ткацкого станка: в зоне «опушка ткани – грудница» и в зоне «вальян – грудница».

Особенностью напряженного состояния ткани в зоне «опушка ткани – грудница» является постепенное падение до нуля натяжения уточной нити от опушки ткани до грудницы. Поэтому в первую очередь производим расчет строения ткани по математической модели, разработанной ранее [10–12] для зоны грудницы, и находим неизвестные величины, входящие в эту модель, при приложении различной нагрузки. Наиболее важный параметр здесь – расстояние между нитями основы, которое изменяется по длине ткани.

Далее для определения параметров растяжения ткани в зоне «опушка ткани – грудница» необходимо разбить этот участок на  $n$  частей, которые условно будут иметь одинаковую структуру (расстояния между нитями, высоты волн изгиба нитей, длины нитей, участвующих в переплетении, и т. д.).

В указанной зоне ткацкого станка изменение ширины ткани напрямую связано с изменением плотности по основе. По предварительным наблюдениям принято, что ширина ткани в зоне от грудницы до вальяна изменяется по экспоненциальной зависимости. В расчетах мы использовали вторую степень экспоненты. По результатам моделирования установлено, что такая аппроксимация позволяет с высокой точностью моделировать изменение ширины ткани. Все расчеты проводились применительно к ткани с параметрами [10], выработанной на станке СТБ2-175.

Тогда разница в ширине ткани в зоне грудницы и в зоне формирования  $G_{\text{тк}}$  для каждого значения  $F$  может быть выражена уравнением

$$G_{\text{тк}} = e^{x^2} - 1, \quad (1)$$

где  $x$  – переменная, зависящая от номера участка по глубине заправки станка.

Приведем пример изменения фактической ширины ткани в зоне «опушка ткани – грудница» для исследуемой ткани по глубине заправки станка в сравнении с рассчитанным по формуле (1) значением.

Для этого мы измеряли ширину ткани на станке по глубине заправки сразу после его останковки. Замер проводили в шести точках.

Максимальная величина изменения ширины ткани составила  $G_{\text{ткmax}} = 2,8$  см. Из уравнения (1)

$$x = \sqrt{\ln(G_{\text{ткmax}} + 1)}. \quad (2)$$

Для значения  $G_{\text{ткmax}} x = 1,155$  (в эксперименте расстояние 34 см от грудницы). Данный участок разбиваем на любое количество частей с учетом того, что в условных единицах  $x = 1,155$  (рекомендуемое количество интервалов будет показано далее):

$$G_{\text{тк}i} = e^{\left(x \frac{n-1}{n}\right)^2} - 1, \quad (3)$$

где  $i$  – номер участка, на котором определяется деформация (нумерация начинается с участка в зоне формирования);

$n$  – количество интервалов, на которое разбивается исследуемый участок ткани.

Используя зависимость для определения координаты ткани по глубине заправки  $L_{\text{Г}}$ , получают значения аппроксимирующей кривой:

$$L_{\text{Г}} = \frac{34i}{n}. \quad (4)$$

Результаты замера ширины ткани и аппроксимация экспериментальных данных представлены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что предлагаемое уравнение достаточно точно описывает экспериментальные данные (отклонение расчетных и экспериментальных данных менее 15 %). Для других тканей уравнения будут иметь аналогичный вид, коэффициенты в которых должны определяться экспериментально.

Аналогично ширине ткани изменяются и расстояния между нитями основы  $G_{\text{осн}}$  по длине ткани в заправке. Допускаем, что по ши-

рине ткани расстояния между нитями остаются постоянными.

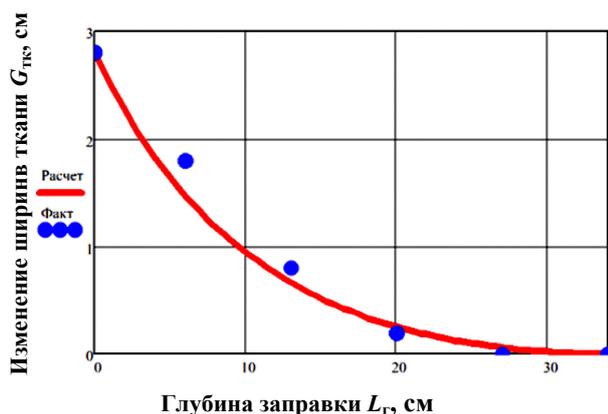


Рис. 1. Изменение ширины ткани по глубине заправки ткацкого станка

Поэтому для определения расстояния между нитями участок «грудница – опушка ткани» разделяется на  $n$  частей, и получается следующее уравнение для определения величины  $G_{осн}$  для каждого участка:

$$G_{осн} = e^{\left(x \frac{n-i}{n}\right)^2} - 1, \quad (5)$$

где  $i$  находится в интервале от 0 до  $n$ .

При  $i = n$  значение  $G$  всегда равно нулю.

Количество интервалов  $n$  для максимально точного расчета должно быть равно количеству нитей утка в зоне «грудница – опушка ткани». При длине участка 34 см и плотности по утку 130 нит./10 см [10] число интервалов около 450.

Расстояния между нитями основы  $L_{o_i}$  на каждом расчетном участке находим по формуле

$$L_{o_i} = G_{осн_i} + L_{огр}, \quad (6)$$

где  $L_{огр}$  – расстояние между нитями основы в зоне грудницы при определенном натяжении нитей основы  $F$ .

Зная величины  $L_{o_i}$ , рассчитываются параметры строения каждого участка растяжения при заданных значениях  $F$ , используя систему уравнений [10–12]. Известные параметры в данном случае  $L_y, l_y, F_y$  и  $defkon$ . При этом используется выражение [10] для определения суммы диаметров нитей в зависимости от силы нормального давления между ними.

Тогда общая длина ткани:

$$L_{тк} = \sum_{i=0}^n L_{y_i}. \quad (7)$$

Относительное удлинение вычисляется по формуле

$$\varepsilon = \frac{100(L_{тк} - L_{тк0})}{L_{тк0}}, \quad (8)$$

где  $\varepsilon$  – относительное удлинение ткани;

$L_{тк0}$  – длина ткани при нулевом значении растягивающей силы;

$L_{тк}$  – длина ткани при приложении растягивающей нагрузки.

$L_{тк0}$  определяется исходя из расчета параметров строения ткани при  $F = 0$ .

При использовании в расчетах количества интервалов  $n = 450$  получают 13 950 значений выходных параметров. Из этого следует, что необходимо определить влияние значения  $n$  на точность расчетов.

Результаты расчета относительной деформации ткани в зависимости от приложенной нагрузки и различного значения количества интервалов  $n$  (1, 5, 10, 60 и 450) представлены на рис. 2.

Максимальное значение относительной ошибки для  $n = 5$  при  $m = 450$  составляет около 1 %, а для  $n = 60$  – 0,13 %. В расчетах относительной деформации ткани целесообразно принимать значения  $n$  не более 60.

Далее проводим расчет для зоны «вальян – грудница». Особенностью напряженного состояния ткани в этой зоне является отсутствие натяжения уточной нити. Изначально проводится расчет математической модели строения ткани [10] для зоны «вальян – грудница», и определяются неизвестные величины, входящие в эту модель при приложении различной нагрузки  $F$ .

Далее для определения параметров растяжения ткани в зоне «вальян – грудница» используется методика, аналогичная определению параметра (3). В указанной зоне ткацкого станка изменение ширины ткани напрямую связано с изменением плотности по основе, а деформация уточной нити отсутствует. Существенного изменения ширины ткани в указанной зоне не наблюдается, и поэтому допустим, что разница между плотностями по основе изменяется от грудницы до вальяна также по экспоненциальной зависимости, но первой степени. При этом необходимо учесть, что на вальяне плотность по основе постоянная и не зависит от натяжения (то есть постоянна при деформации ткани).

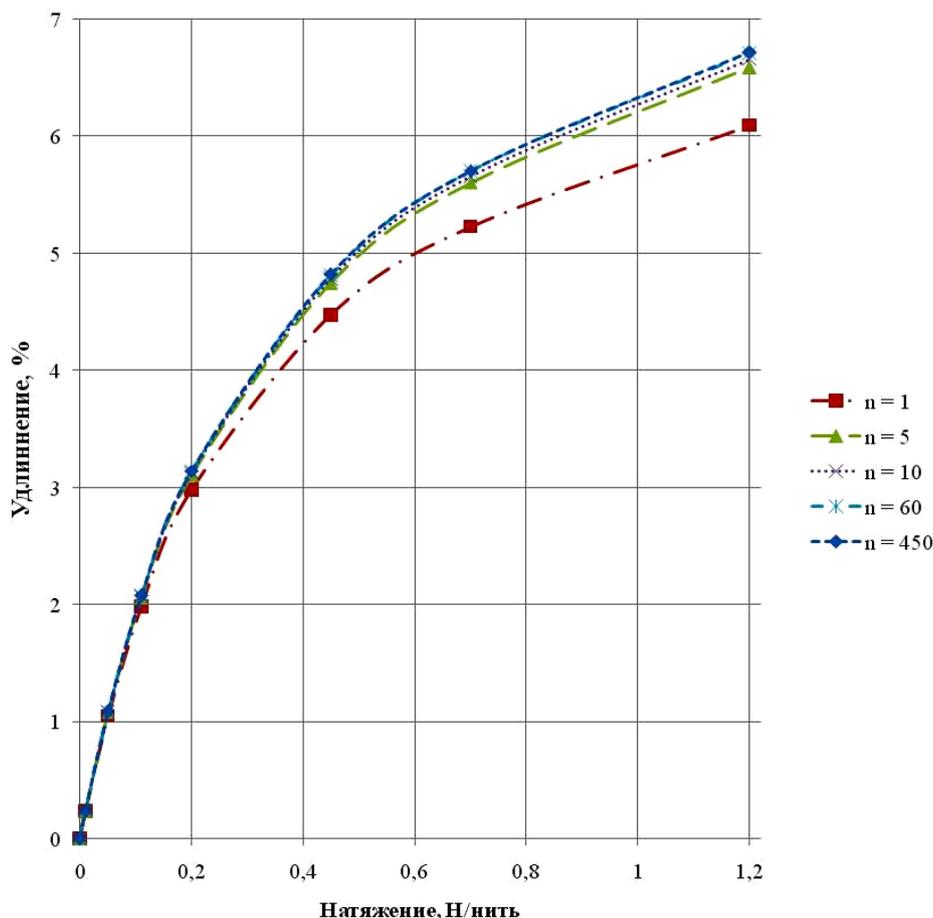


Рис. 2. Относительная деформация ткани при приложенной нагрузке и различном значении количества интервалов разбиения  $n$

Проводя расчеты для различных значений  $F$ , определяются зависимости относительной деформации от нагрузки. Результаты данных расчетов представлены на рис. 3. Приведены уравнения аппроксимирующих кривых  $\varepsilon = f(F)$ .

Полученные уравнения аппроксимации используются в составе математической модели зоны формирования ткани.

#### ВЫВОДЫ

1. Предложен метод расчета деформационных свойств ткани в различных зонах ткацкого станка.

2. Полученные модели могут быть использованы в составе математической модели для расчета параметров процесса формирования однослойных тканей.

3. Определено количество интервалов, на которые необходимо разбивать моделируемый участок для обеспечения требуемой точности модели.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степанов Г. В., Степанов С. Г. Теория строения ткани : учеб. пособие. – Иваново : ИГТА, 2004. – 492 с.
2. Степанов С. Г. Развитие теории формирования и строения ткани на основе нелинейной механики гибких нитей : дис. ... д-ра техн. наук. – Иваново : ИГТА, 2007. – 443 с.

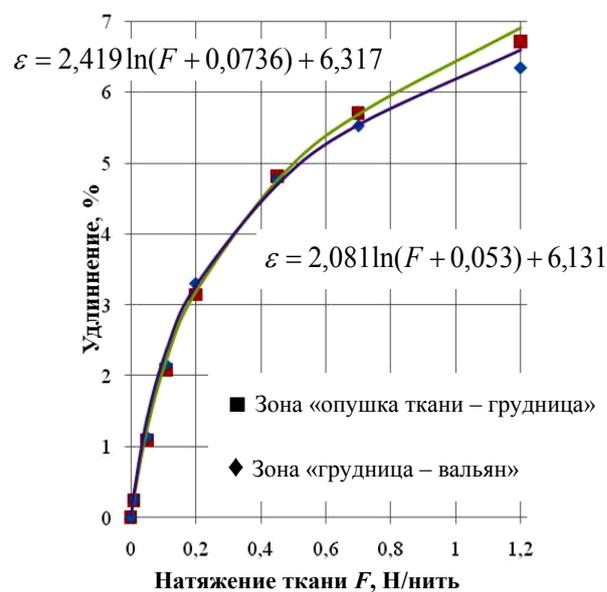


Рис. 3. Относительная деформация ткани при приложенной нагрузке в различных зонах ткацкого станка

3. Васильченко В. Н. Исследование процесса приобоя утка : учебник. – Москва : Гизлегпром, 1959. – 157 с.
4. Чугин В. В., Степанов Г. В. Наполнение ткани // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1971. – № 4. – С. 86–88.
5. Ямщиков С. В. Развитие теории формирования ткани и методов прогнозирования технологических параметров процесса ткачества : дис. ... д-ра техн. наук. – Кострома : Костром. гос. технол. ун-т, 1997. – 579 с.
6. Примаченко Б. М. Разработка методов прогнозирования структуры и эксплуатационных свойств тканей бытового и технического назначения на основе технологических параметров их производства : дис. ... д-ра техн. наук. – Санкт-Петербург : СПГУТиД, 2009. – 396 с.
7. Ковалева Н. А. Разработка методов прогнозирования прочностных свойств тканей повышенной плотности из химических нитей и совершенствование технологии их производства : дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2001. – 192 с.
8. Терентьев В. И., Казанская И. Ю. Определение натяжения основы в процессе приобоя // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – № 2. – С. 37–39.
9. Проталинский С. Е. Развитие теории и вопросы приложения механики нитей к задачам текстильной технологии : дис. ... д-ра техн. наук. – Кострома : Костром. гос. технол. ун-т, 1999. – 286 с.
10. Grechukhin A. P., Seliverstov V. Yu. Mathematical Model of Plain Weave Fabric at Various Stages of Formation // *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. – 2014. – N 5. – P. 43–48.
11. Гречухин А. П., Зайцев Д. В. Совершенствование методики прогнозирования параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба [Электронный ресурс] // Научный вестник Костромского государственного технологического университета. – Режим доступа : [http://vestnik.kstu.edu.ru/numbers.php?id\\_k=15](http://vestnik.kstu.edu.ru/numbers.php?id_k=15) (дата обращения: 10.01.2019).
12. Зайцев Д. В., Гречухин А. П. Реализация метода расчета параметров строения ткани полотняного переплетения на основе нелинейной теории изгиба // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2012. – Вып. 13. – С. 28–32.

## REFERENCES

1. Stepanov G. V., Stepanov S. G. *Teoriya stroeniya tkani : ucheb. posobie*. – Ivanovo : IGTA, 2004. – 492 s.
2. Stepanov S. G. *Razvitie teorii formirovaniya i stroeniya tkani na osnove nelinejnoj mekhaniki gibkih nitej : dis. ... d-ra tekhn. nauk.* – Ivanovo : IGTA, 2007. – 443 s.
3. Vasil'chenko V. N. *Issledovanie processa priboya utka : uchebnik*. – Moskva : Gizlegprom, 1959. – 157 s.
4. CHugin V. V., Stepanov G. V. *Napolnenie tkani // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti*. – 1971. – № 4. – S. 86–88.
5. YAmshchikov S. V. *Razvitie teorii formirovaniya tkani i metodov prognozirovaniya tekhnologicheskikh parametrov processa tkachestva : dis. ... d-ra tekhn. nauk.* – Kostroma : Kostrom. gos. tekhnol. un-t, 1997. – 579 s.
6. Primachenko B. M. *Razrabotka metodov prognozirovaniya struktury i ekspluatacionnyh svojstv tkanej bytovogo i tekhnicheskogo naznacheniya na osnove tekhnologicheskikh parmetrov ih proizvodstva : dis. ... d-ra tekhn. nauk.* – Sankt-Peterburg : SPGUTiD, 2009. – 396 s.
7. Kovaleva N. A. *Razrabotka metodov prognozirovaniya prochnostnyh svojstv tkanej povyshennoj plotnosti iz himicheskikh nitej i sovershenstvovanie tekhnologii ih proizvodstva : dis. ... kand. tekhn. nauk.* – Sankt-Peterburg, 2001. – 192 s.
8. Terent'ev V. I., Kazanskaya I. Yu. *Opreделение natyazheniya osnovy v processe priboya // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti*. – 2009. – № 2. – S. 37–39.
9. Protalinskij S. E. *Razvitie teorii i voprosy prilozheniya mekhaniki nitej k zadacham tekstil'noj tekhnologii : dis. ... d-ra tekhn. nauk.* – Kostroma : Kostrom. gos. tekhnol. un-t, 1999. – 286 s.
10. Grechukhin A. P., Seliverstov V. Yu. *Mathematical Model of Plain Weave Fabric at Various Stages of Formation // Fibres and Textiles in Eastern Europe*. – 2014. – N 5. – P. 43–48.
11. Grechuhin A. P., Zajcev D. V. *Sovershenstvovanie metodiki prognozirovaniya parametrov stroeniya tkani polotnyanogo perepleteniya na osnove nelinejnoj teorii izgiba [Elektronnyj resurs] // Nauchnyj vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – Rezhim dostupa : http://vestnik.kstu.edu.ru/numbers.php?id\_k=15 (data obrashcheniya: 10.01.2019)*.
12. Zajcev D. V., Grechuhin A. P. *Realizaciya metoda rascheta parametrov stroeniya tkani polotnyanogo perepleteniya na osnove nelinejnoj teorii izgiba // Nauchnye trudy molodyh uchenyh KGTU. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2012. – Vyp. 13. – S. 28–32*.

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-10-15

05.19.00 Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

УДК 687.174.03-048.24:536.2

**Абрамов Антон Вячеславович**

доктор технических наук, доцент

**Родичева Маргарита Всеволодовна**

кандидат технических наук, доцент

**Гнеушева Елена Михайловна**

кандидат технических наук, доцент

**Ветрова Татьяна Николаевна**

аспирант

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

Ant-lin88@mail.ru, rodicheva.unpk@gmail.com

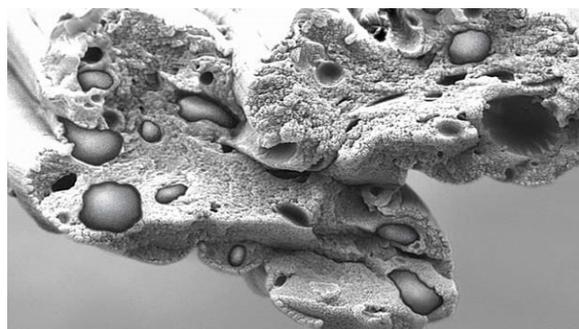
## РАЗВИТИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПАКЕТЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ

*В статье рассмотрены современные подходы к формированию пакетов одежды с «активными» теплозащитными свойствами. Установлено, что такая одежда позволяет компенсировать изменение охлаждающего воздействия на человека. Проведен анализ методов исследования эксплуатационной эффективности современной теплозащитной одежды. Выявлены основные недостатки этих методов, сдерживающие дальнейшее развитие одежды с активными теплозащитными свойствами. Установлено, что сравнительная оценка эффективности одежды может быть проведена путем исследования интенсивности теплообмена в пакетах материалов с учетом характерных условий эксплуатации. Представлены элементы экспериментального комплекса, который позволит проводить такие исследования. В состав комплекса входят: тепловая модель тела человека и устройство, моделирующее увлажнение пакета материалов за счет пота. Приведены результаты исследований процессов теплообмена в трехслойном пакете материалов теплозащитной одежды.*

**Ключевые слова:** инновационные текстильные материалы, теплофизические свойства, методы испытаний, теплозащитная одежда, теплообмен, пакет текстильных материалов, тепловой баланс.

Использование инновационных текстильных материалов позволяет создавать одежду с «активными» теплозащитными свойствами, которая эффективно защищает человека при нестационарном охлаждающем воздействии [1]. Оригинальные свойства таких материалов обеспечены использованием волокон с нанонаполнителями или электронных компонентов [2].

Нанонаполнители волокон текстильных материалов с «активными» теплофизическими свойствами (рис. 1) плавятся при нагревании, поглощая тепло, равное теплоте фазового перехода. При охлаждении они затвердевают, выделяя накопленное тепло. Таким образом, полотна накапливают и высвобождают тепловую энергию [3, 4].



**Рис. 1. Волокна Outlast с нанонаполнителем thermocules**

В структуре полотен с электронными компонентами осуществляется передача сигналов и тепловой энергии, что позволяет контролировать и обеспечивать оптимальные параметры пододежного микроклимата [5]. Токопроводящие элементы могут:

© Абрамов А. В., Родичева М. В., Гнеушева Е. М., Ветрова Т. Н., 2019

- наноситься на поверхность волокон (рис. 2а) [6];
- интегрироваться в структуру нитей (рис. 2б, 2в);
- вплетаться в структуру полотна (рис. 2г) [7, 8].

Отсутствие общепринятых методов оценки эксплуатационной эффективности пакетов материалов сдерживает развитие одежды с активными теплозащитными свойствами. В большинстве случаев эти методы носят качественный

характер. Например, зарубежные исследователи S. Mondal и M. Michalak проводят такую оценку путем сопоставления полей температуры на поверхности одежды (рис. 3) [9, 10].

Для сравнительной оценки эффективности одежды необходимо исследовать интенсивность теплообмена в пакетах материалов с учетом характерных условий эксплуатации одежды на уровне динамики тепловых потоков и потоков влаги в структуре пакета материалов.

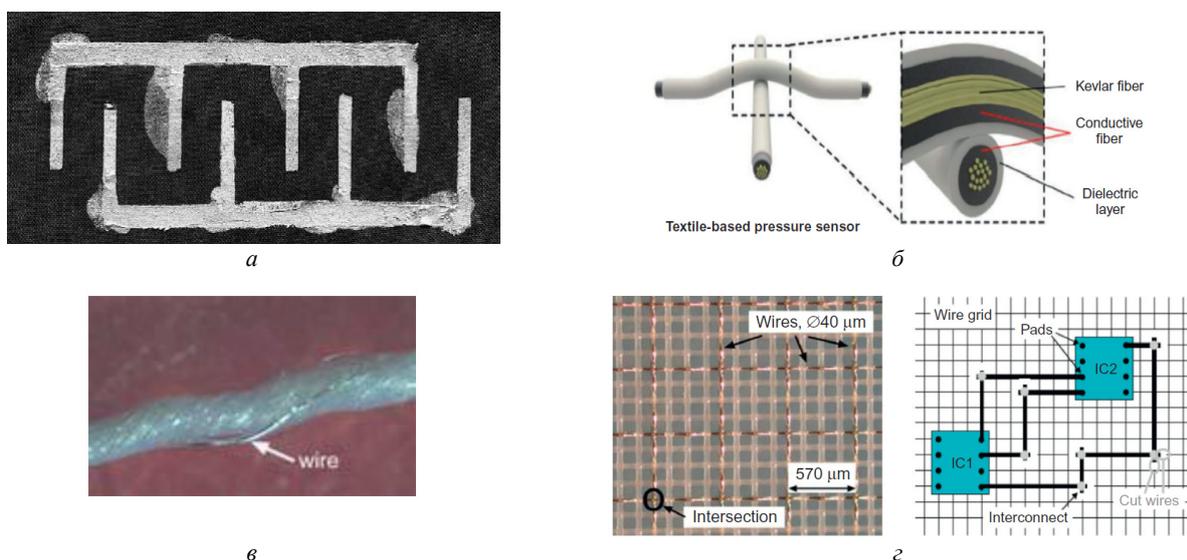


Рис. 2. Современные методы создания текстиля с электронными компонентами

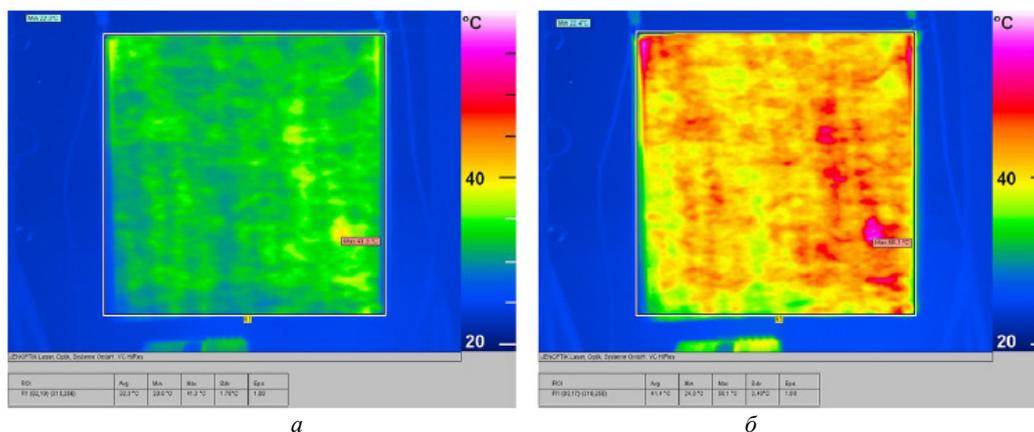


Рис. 3. Некоторые результаты телевизионных исследований поверхности рукава из традиционного и терморегулирующего текстиля

**Метод экспериментальных исследований процессов теплообмена в системе «человек – одежда – среда»**

Тело человека и пакет материалов могут быть представлены в виде системы вложенных цилиндров (рис. 4) [11]. Элемент тела способен поддерживать постоянную температуру тела за счет изменения уровня теплопродукции и выделения пота.

Экспериментальная установка для моделирования процессов теплообмена в системе

«человек – одежда – среда» содержит физическую модель элемента тела (рис. 5а) в виде цилиндра, заполненного водой 1 (рис. 5б). Функции терморегулирования реализованы с помощью:

- автоматизированной системы 4, 5, которая контролирует температуру цилиндра посредством измерителя 2 и в случае необходимости управляет работой электронагревателя 3;
- увлажняющего устройства (рис. 5в), которое позволяет подавать модельную влагу по поверхность элемента тела человека.

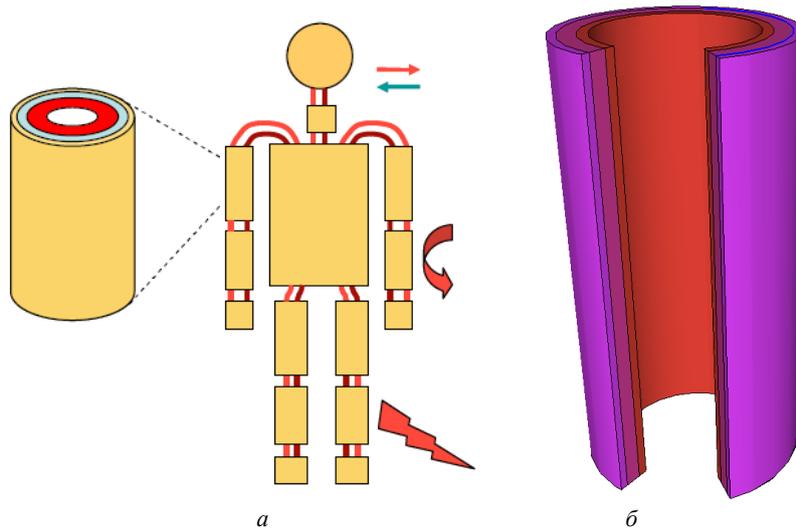


Рис. 4. Модельное представление тела человека (а) и пакета материалов (б)

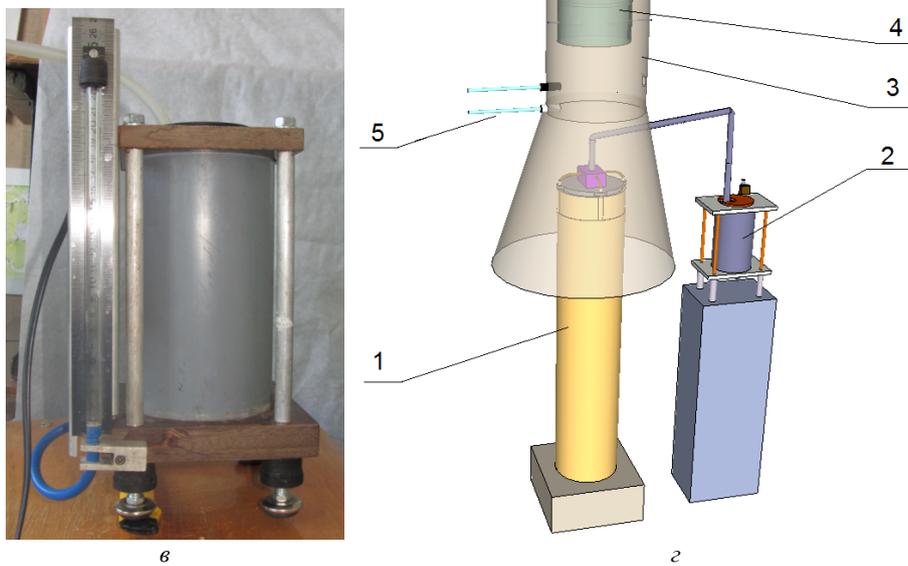
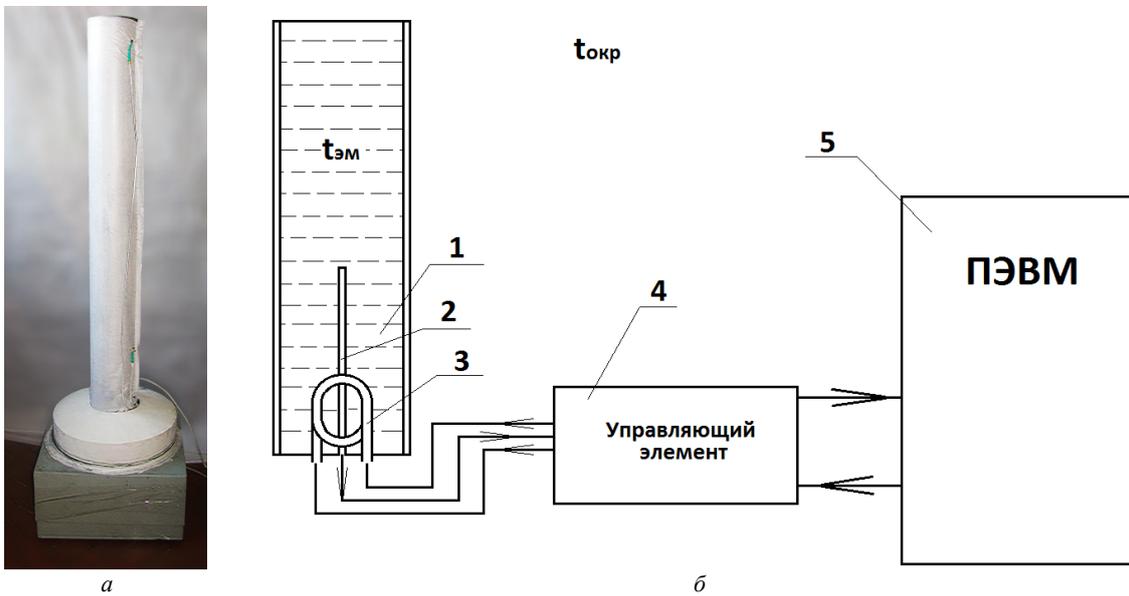


Рис. 5. Схема экспериментальной установки

При проведении эксперимента пакет материалов располагается на поверхности тепловой модели элемента тела 1 (рис. 5з). На верхнем торце модели устанавливался распределитель 2, а над ней размещался воздухозаборник 3 с преобразователями температуры, скорости движения 4 и влажности 5 воздуха.

В процессе исследования воспроизводятся различные условия теплообмена в системе «человек – одежда – среда». Исследование проводится в течение пяти фаз, в каждой из которых оценивается динамика плотности теплового потока в структуре и на поверхности пакета материалов (рис. 6) [12].

В первой фазе моделируются условия стационарного теплообмена элемента тела с окружающей средой при умеренном уровне физической активности. Во второй фазе воспроизводятся условия увлажнения пакета одежды за счет потоотделения, для чего влага подается на

поверхность элемента тела человека. Пакет материалов поглощает влагу, достигая насыщения к третьей фазе эксперимента.

В четвертой фазе увлажняющее устройство отключается, что моделирует условия вывода влаги из структуры пакета материалов. К началу пятой фазы эксперимента восстанавливаются условия стационарного теплообмена. Динамика потоков тепла ( $q_{\text{пак}}$ , Вт/м<sup>2</sup>) и влаги ( $j_{\text{пак}}$ , г/с) в течение пяти фаз эксперимента иллюстрирует интенсивность процессов теплообмена в пакете материалов теплозащитной одежды.

Полученные результаты сопоставляются с параметрами теплопродукции человека при выполнении различной работы ( $q_{\text{чел}}$ , Вт/м<sup>2</sup>). Расхождение между плотностью теплового потока в пакете материалов и теплопродукцией позволяет оценить тепловое состояние человека в рассматриваемых условиях эксплуатации.

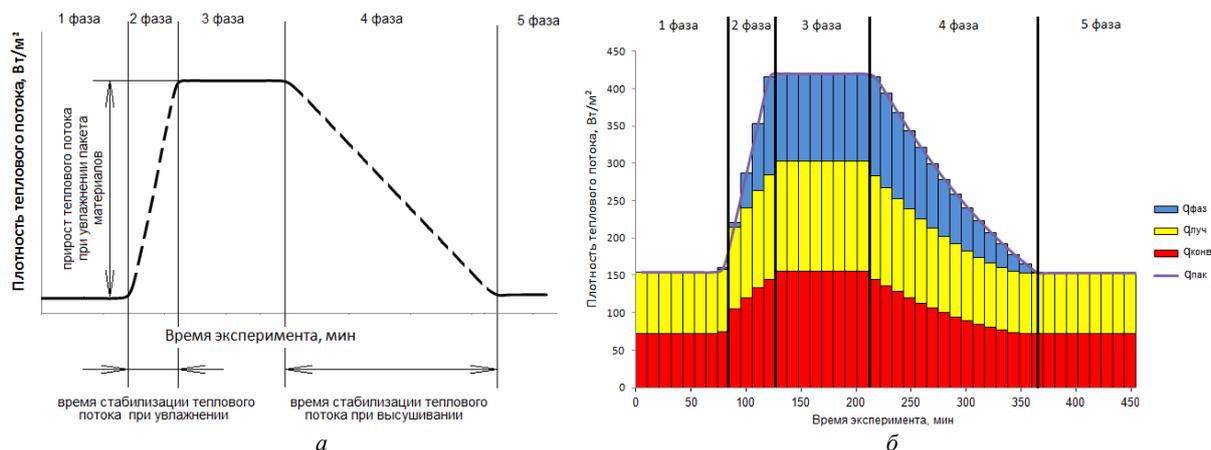


Рис. 6. Кривая теплового потока в структуре пакета материалов

### Некоторые результаты исследований

Рассмотрим результаты исследований теплообмена в пакете материалов, используемом при изготовлении одежды для активного отдыха (табл.) при температуре  $t_{\text{окр}} = +10...+15$  °С.

Результаты исследований сопоставим со следующими уровнями физической активности:

- ходьба в среднем темпе (потоотделение отсутствует), интенсивность теплопродукции составляет  $q_{\text{чел}} = 180$  Вт/м<sup>2</sup>;
- быстрый бег, сопряженный с активным потоотделением и уровнем теплопродукции  $q_{\text{чел}} = 350...500$  Вт/м<sup>2</sup>.

В первой фазе эксперимента (см. рис. 6б) плотность теплового потока в пакете материалов составляет  $q_{1\text{ф}} = 150$  Вт/м<sup>2</sup>, что позволяет сохранять тепловой баланс человека при ходьбе в среднем темпе.

В режиме повышенной физической активности человека пакет материалов активно поглощает влагу – за 30 мин второй фазы эксперимента среднее влагосодержание пакета материалов возрастает до значений  $u = 1,6$  г/г, а плотность теплового потока в пакете возрастает до  $q_{2\text{ф}} = 420$  Вт/м<sup>2</sup>. Продолжительность четвертой фазы эксперимента, иллюстрирующей интенсивность вывода влаги из структуры пакета материалов, составляет 130 мин.

Оценивая баланс теплоотдачи, отметим, что в первой и пятой фазах эксперимента около 60 % тепла отдается в окружающую среду теплоизлучением и около 40 % конвекцией. В третьей и четвертой фазах эксперимента лучистая и конвективная составляющие изменяются незначительно, наибольший прирост в величине теплоотдачи наблюдается за счет теплоотдачи при фазовых превращениях влаги.

## ВЫВОДЫ

Предложенный метод позволяет исследовать динамику тепловых потоков и потоков влаги в пакете материалов с учетом условий эксплуатации одежды. В совокупности с данными о динамике температурного поля в пакете материалов эти данные позволяют определять величины коэффициентов тепло- и влагопереноса,

а также тепло- и влагоотдачи в окружающую среду.

Таким образом, предложенный метод может быть использован при оценке эксплуатационной эффективности пакетов инновационных текстильных материалов для одежды с «активными» теплозащитными свойствами.

Таблица

Состав пакета материалов теплозащитной одежды

Слой в пакете	Вид материала	Волокнистый состав	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Толщина, мм	Вид переплетения
Бельевой	Трикотажное полотно	100 % х/б	240	0,6	Кулирная гладь
Промежуточный	Трикотажное полотно	20 % ПА 80 % шерстяные волокна	360	2,4	Кулирное рисунчатое
Верхний	Ткань	60 % х/б 40 % ПЭ	430	0,45	Саржевое, 1/2

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. A review of technology of personal heating garments / F. Wang, et al. // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2010. – N 6(3). – P. 387–404.
2. Stoppa M. A., Chiolerio A. Testing and evaluation of wearable electronic textiles and assessment thereof // *Performance Testing of Textiles: Methods, Technology and Applications* / ed. Lijing Wang. – Cambridge : Woodhead Publishing, 2006. – P. 65–101.
3. BSI BS EN 16812–2016. Textiles and textile products – Electrically conductive textiles – Determination of the linear electrical resistance of conductive tracks. – Brussels : CEN – European Committee for Standardization, 2016. – 68 p.
4. CN 103040127. A Method for producing cold-proof underwear // Inventor. – Priority date 2012.12.14, Filing date 2012.12.14, Publication date 2013.04.17. – 7 p.
5. Decaens J., Vermeersch O. Specific testing for smart textiles [Electronic resource] // *Advanced Characterization and Testing of Textiles* / Patricia Doles, Olivier Vermeersch, Valerio Izquierdo. – (Textile Institute Book Series). – P. 351–374. – Mode of Access : <https://b-ok.org/book/3380826/f1c1a3>.
6. Chandrasekhar P. *Conducting Polymers, Fundamentals and Applications: A Practical Approach*. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 1999. – P. 78–115.
7. Lee J. Conductive fiber-based ultrasensitive textile pressure sensor for wearable electronics // *Adv. Mater.* – 2015. – N 27(15). – P. 2433–2439.
8. Locher I. Design and characterization of purely textile patch antennas // *IEEE Trans. Adv. Pack.* – 2006. – N 29(4). – P. 777–788.
9. Michalak M., Felczak M., Więcek B. Evaluation of the thermal parameters of textile materials using the thermographic method // *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. – 2009. – N 17(3). – P. 84–89.
10. Mondal S. Phase change materials for smart textiles. An overview // *Applied Thermal Engineering*. – 2008. – N 28(11). – P. 1536–1550.
11. Holopainen R. A human thermal model for improved thermal comfort : thesis for the degree of Doctor of Science in Technology. – Espoo : VTT Technical Research Centre of Finland, 2012. – 141 p.
12. Advanced Technique and the Results of a Research of a Heat-Mass-Exchange Processes in Clothes Packages in the Subnormal Climate / M. V. Rodicheva, A. V. Abramov, P. A. Kanatnikova, N. V. Kanatnikov // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2017. – N 66. – 9 p.

## REFERENCES

1. A review of technology of personal heating garments / F. Wang, et al. // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2010. – N 6(3). – P. 387–404.
2. Stoppa M. A., Chiolerio A. Testing and evaluation of wearable electronic textiles and assessment thereof // *Performance Testing of Textiles: Methods, Technology and Applications* / ed. Lijing Wang. – Cambridge : Woodhead Publishing, 2006. – P. 65–101.

3. BSI BS EN 16812–2016. Textiles and textile products – Electrically conductive textiles – Determination of the linear electrical resistance of conductive tracks. – Brussels : CEN – European Committee for Standardization, 2016. – 68 p.
4. CN 103040127. A Method for producing cold-proof underwear // Inventor. – Priority date 2012.12.14, Filing date 2012.12.14, Publication date 2013.04.17. – 7 p.
5. Decaens J., Vermeersch O. Specific testing for smart textiles [Electronic resource] // Advanced Characterization and Testing of Textiles / Patricia Doles, Olivier Vermeersch, Valerio Izquierdo. – (Textile Institute Book Series). – P. 351–374. – Mode of Access : <https://b-ok.org/book/3380826/flc1a3>.
6. Chandrasekhar P. Conducting Polymers, Fundamentals and Applications: A Practical Approach. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 1999. – P. 78–115.
7. Lee J. Conductive fiber-based ultrasensitive textile pressure sensor for wearable electronics // Adv. Mater. – 2015. – N 27(15). – P. 2433–2439.
8. Locher I. Design and characterization of purely textile patch antennas // IEEE Trans. Adv. Pack. – 2006. – N 29(4). – P. 777–788.
9. Michalak M., Felczak M., Więcek B. Evaluation of the thermal parameters of textile materials using the thermographic method // Fibres and Textiles in Eastern Europe. – 2009. – N 17(3). – P. 84–89.
10. Mondal S. Phase change materials for smart textiles. An overview // Applied Thermal Engineering. – 2008. – N 28(11). – P. 1536–1550.
11. Holopainen R. A human thermal model for improved thermal comfort : thesis for the degree of Doctor of Science in Technology. – Espoo : VTT Technical Research Centre of Finland, 2012. – 141 p.
12. Advanced Technique and the Results of a Research of a Heat-Mass-Exchange Processes in Clothes Packages in the Subnormal Climate / M. V. Rodicheva, A. V. Abramov, P. A. Kanatnikova, N. V. Kanatnikov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – N 66. – 9 p.

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-15-19

05.19.00 Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

УДК 675.621

**Борисова Елена Николаевна**

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

**Койтова Жанна Юрьевна**

доктор технических наук, профессор

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,

Санкт-Петербург, Россия

**Омирова Мяхри Закировна**

аспирант

Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

[borisoffa@mail.ru](mailto:borisoffa@mail.ru), [koytovaju@mail.ru](mailto:koytovaju@mail.ru), [omirova.1993@mail.ru](mailto:omirova.1993@mail.ru)

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ОВЧИННОГО ПОЛУФАБРИКАТА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

*Устойчивость окраски овчинного полуфабриката является важным показателем эстетических свойств готового изделия. На сегодняшний день наиболее точными для оценки изменения цветовых характеристик являются компьютерные методы. Проведена оценка устойчивости окраски кожаной ткани и волосяного покрова овчинного полуфабриката при различных видах воздействий на основе разработанного метода и с применением программы «Автоматизированная оценка цветовых различий материалов».*

**Ключевые слова:** *устойчивость окраски, цветовые характеристики, овчинный полуфабрикат, эксплуатационное воздействие, цветовое различие, автоматизированная оценка, фотоизображение.*

В процессе эксплуатации изделия подвергаются многочисленным и разнообразным физико-химическим воздействиям, в числе которых комплекс атмосферных воздействий, трение, действие пота, химическая чистка. Все эти факторы негативно влияют на эстетические свойства материалов для одежды, а именно на сохранность их цветовых характеристик.

Для современного ассортимента изделий из овчинного полуфабриката характерно большое разнообразие, которое во многом достигается за счет окраски материала в различные цвета.

Устойчивость окраски волосяного покрова и кожной ткани овчин к сухому и мокрому трению и светостойкость входят в перечень стандартных показателей качества. При этом нормы для овчинного полуфабриката установлены только для оценки устойчивости окраски к сухому трению. Тогда как наибольшие претензии потребители предъявляют к изменениям цветовых характеристик при химчистке (рис. 1), а также к окрашиванию нижележащих слоев одежды при контакте с волосяным покровом.

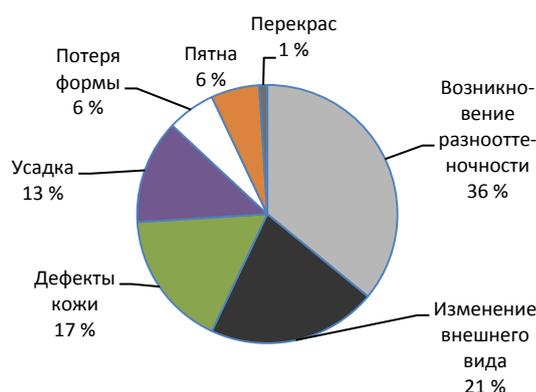


Рис. 1. Претензии потребителей к качеству химчистки дубленок

Проведенный анализ существующих стандартных и разработанных методов оценки изменений цветовых характеристик показал [1–4], что они не позволяют выявить, насколько значимые изменения цвета произошли при эксплуатационных воздействиях с точки зрения восприятия человеком, так как отсутствует количественная оценка цветовых изменений, а используемые стандартные методы носят субъективный характер.

В настоящее время наиболее точными и объективными при оценке изменения цветовых характеристик являются компьютерные методы. Для этого используются цветовые характеристики RGB, HSB и Lab.

Цветовая модель Lab является аппаратно независимой и соответствующей особенностям восприятия цвета глазом человека. Поэтому данная цветовая модель положена в основу разработанного метода оценки цветовых характеристик материалов после физико-механических воздействий и позволяет получить количественную оценку цветовых изменений. Метод предполагает обработку фотоизображений материалов до и после эксплуатационного воздействия, полученных путем сканирования.

Для оценки изменения цвета используется характеристика  $\Delta E$  (цветовое различие), которая определяется как разница между двумя цветами в одном из равноконтрастных цветовых пространствах. Предлагаемая характеристика  $\Delta E$  позволяет учесть разницу цветовых координат L, a и b цветового пространства CIE Lab и разницу между координатами цветности H и насыщенности C цветового пространства CIE LCH.

Величина  $\Delta E < 1$  соответствует минимально различимому на глаз порогу цветоразличия, величина в пределах  $\Delta E$  от 1 до 2 – разница незначительная, от 2 до 6 – разница существенная, от 6 до 11 – разница очень существенная, от 11 до 20 – разница очень большая, от 20 до 30 – разница очень большая, от 30 до 60 – разница очень большая, от 60 до 100 – разница очень большая, от 100 до 200 – разница очень большая, от 200 до 500 – разница очень большая, от 500 до 1000 – разница очень большая.

Для реализации данного метода разработана программа «Автоматизированная оценка цветовых различий материалов», которая позволяет рассчитать величину характеристики цветового различия [5]. На рис. 2 представлено окно автоматизированной программы.

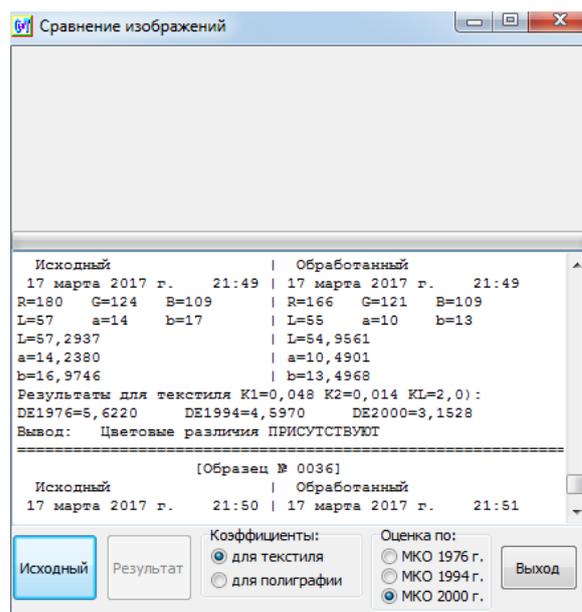


Рис. 2. Окно компьютерной программы «Автоматизированная оценка цветовых различий материалов»

Определение характеристики  $\Delta E$  с помощью данной компьютерной программы осуществляется путем обработки фотоизображений, полученных путем сканирования материала до и после эксплуатационного воздействия. Программа рассчитывает цветовое различие по полученному среднему значению цветовых характеристик Lab и представляет выводы о степени изменения цвета материала.

Компьютерная программа получает значения цветовой характеристики Lab в каждой точке загруженного фотоизображения, что позволяет получить наиболее объективный и точный результат в сравнении со стандартным методом.

По разработанному методу проведена оценка изменения цвета овчинного полуфабри-

ката с различными цветовыми характеристиками кожаной ткани при различных видах воздействия – химчистке, светопогоде, сухом и мокром трении.

Оценка изменения окраски по предложенной методике после химчистки (рис. 3) показывает, что наиболее значимые изменения цвета произошли у двухсторонних овчин. Именно для данных видов овчинного полуфабриката характерно разнообразие цветовых решений, которые в результате действия химчистки показывают значимые изменения цвета [6].

Цветовое различие после действия светопогоды практически у всех образцов не превышает 6 единиц  $\Delta E$  (рис. 4).

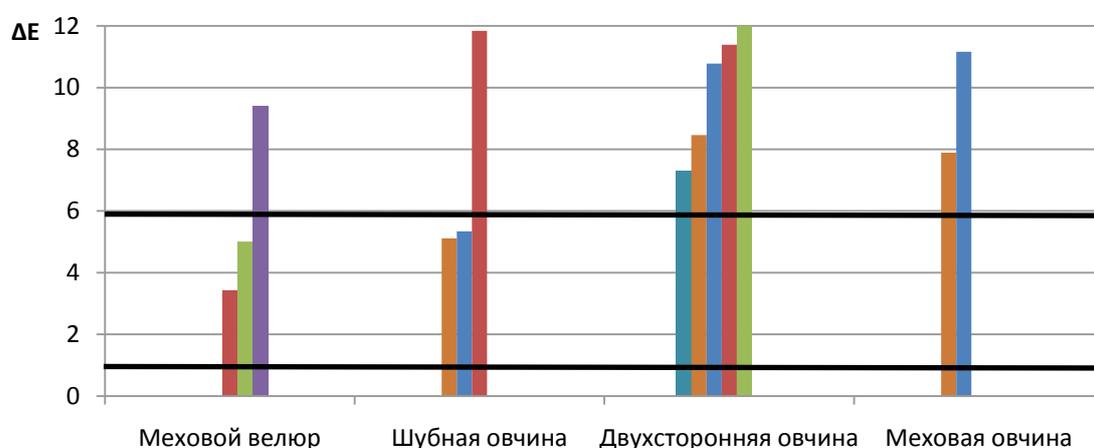


Рис. 3. Значения цветового различия кожаной ткани после воздействия химчистки

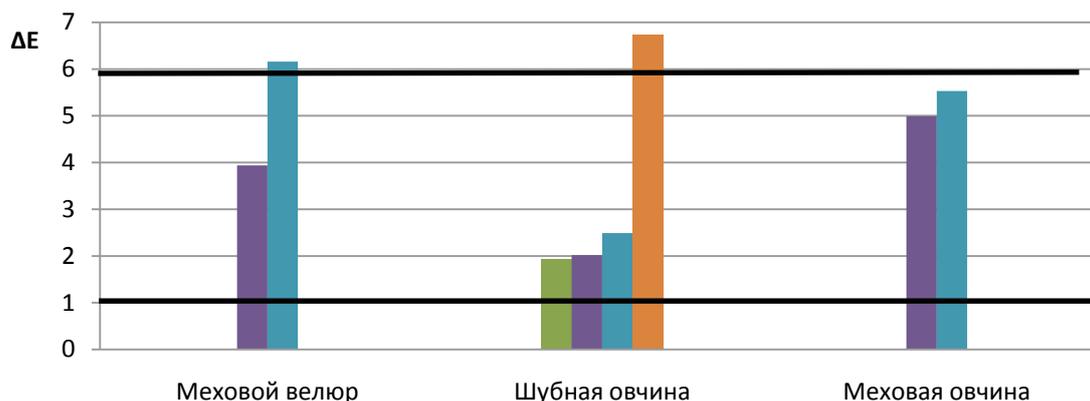


Рис. 4. Значения цветового различия кожаной ткани после действия светопогоды

Анализ данных по изменению цвета после сухого трения выявил (рис. 5), что у полуфабрикатов из мехового велюра изменения сильнее, чем у шубной и меховой овчин, но не превышают 6 единиц.

Изменение цветового различия после мокрого трения (рис. 6) у мехового велюра составило более 6 единиц  $\Delta E$ , и это является значимо заметным изменением в цвете, в отличие

от шубных овчин, цветовое различие для которых находится в пределах от 1 до 6 единиц  $\Delta E$ . Мокрое трение является более негативным воздействием, приводящим к значительным изменениям цветовых характеристик. Поэтому по данному показателю наряду с устойчивостью при сухом трении должны быть установлены соответствующие нормы.

Для оценки устойчивости окраски волосяного покрова используется стандартный метод по ГОСТ 32079–2013 «Шкурки меховые и овчины выделанные крашеные. Метод определения устойчивости окраски к трению», где критерием оценки является степень окрашива-

ния белой хлопчатобумажной ткани, оцениваемая по шкале серых эталонов. Устойчивость окраски волосяного покрова, окрашенного в различные цвета, к сухому и мокрому трению для овчин различна (табл.).

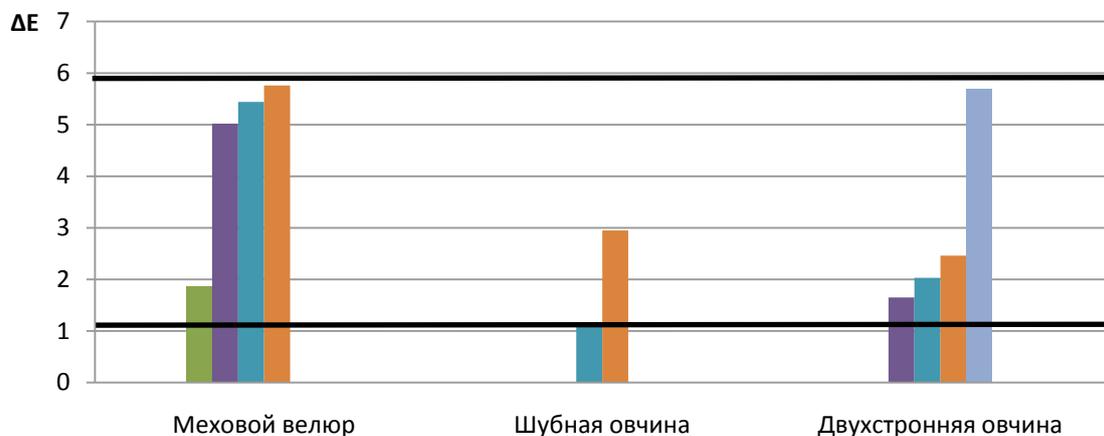


Рис. 5. Значения цветового различия кожаной ткани после действия сухого трения

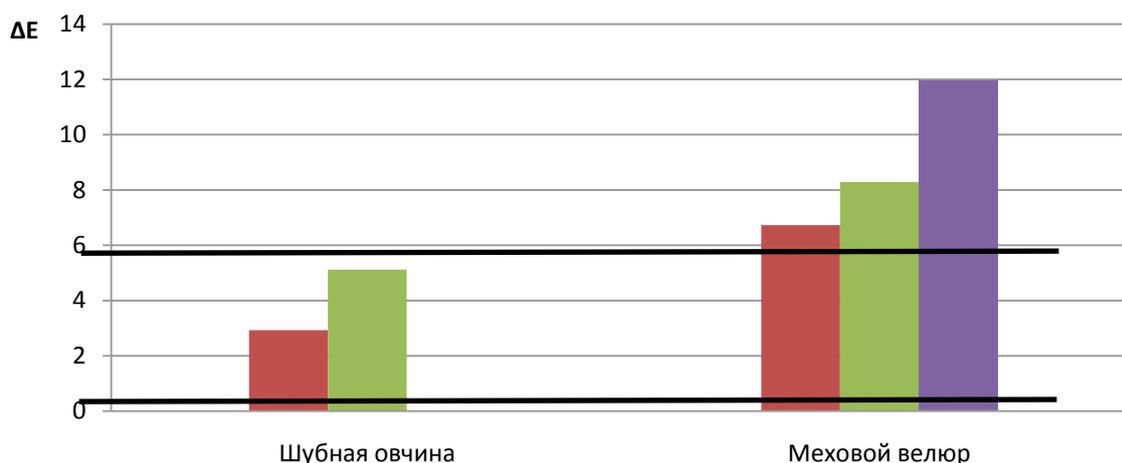


Рис. 6. Значения цветового различия кожаной ткани после действия мокрого трения

Таблица

Оценка устойчивости окраски волосяного покрова

№ пробы	Наименование материала, цвет волосяного покрова	Сухое трение		Влажное трение	
		По шкале серых эталонов	$\Delta E_{\text{вп}}$	По шкале серых эталонов	$\Delta E_{\text{вп}}$
1	Шубная овчина, светло-коричневый	5	0,92	3	2,75
2	Меховой велюр, рыжий	4	1,29	4	2,05
3	Шубная овчина, красный	5	1,88	4	1,62
4	Меховая овчина, черный	3	1,33	3	2,70
5	Меховой велюр, синий	4	1,67	3	3,69
6	Меховой велюр, зеленый	4	1,53	4	1,32
7	Меховая овчина, синий	5	0,64	4	1,84
8	Меховая овчина, серо-бежевый	5	0,94	5	0,93
9	Меховой велюр, светло-коричневый	5	0,9	5	0,89
10	Меховой велюр, светло-коричневый	5	0,7	5	0,75
11	Шубная овчина, неокрашенная	5	0,5	5	1,16
12	Меховой велюр, рыжий	5	1,29	5	2,33
13	Меховая овчина, серебристо-серый	5	1,33	5	1,34
14	Меховой велюр, серый	4	1,34	4	2,14
15	Меховой велюр, светло-коричневый	4	2,59	5	1,96

Некоторые овчины имеют большую устойчивость к сухому трению, но при этом не устойчивы к мокрому, другие – наоборот. Поэтому для более полной оценки качества овчинного полуфабриката предложено определять устойчивость окраски и к сухому, и к мокрому трению.

Таким образом, установлено, что стандартные нормы оценки устойчивости окраски

кожевой ткани и волосяного покрова не в полной мере позволяют оценить их свойства. Поэтому для более полной характеристики устойчивости окраски овчинного полуфабриката необходимо проводить оценку показателя цветового различия при различных видах воздействий и учитывать результаты на этапе проектирования изделий для обеспечения требуемого уровня качества.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 32079–2013. Шкурки меховые и овчины выделанные крашенные. Метод определения устойчивости окраски к трению. – Введ. 01.07.2014. – Москва : Изд-во стандартов, 2014. – 6 с.
2. Способ компьютерного определения изменения окраски текстильных полотен при оценке ее устойчивости к физико-химическим воздействиям : пат. России / Н. Н. Барашкова, О. А. Шаломин, Б. Н. Гусев, А. Ю. Матрохин ; правообладатель ГОУ ВПО «Ивановская государственная текстильная академия. – № 2439560; заявл. 15.07.2010; регистр. 10.01.2012.
3. Долгова Е. Ю., Койтова Ж. Ю., Борисова Е. Н. Разработка инструментального метода оценки устойчивости окраски одежных материалов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 6С. – С. 15–17.
4. Борисова Е. Н., Койтова Ж. Ю., Шапочка Н. Н. Оценка устойчивости окраски овчин при различных видах воздействия // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2012. – № 1. – С. 43–45.
5. Автоматизированная оценка цветовых различий материалов : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2014614994 / С. Н. Титов, Е. Н. Борисова ; правообладатель ГОУ ВПО «Костромской государственной технологической университет». – № 201461230; заявл. 19.03.2014; регистр. 15.05.2014.
6. Борисова Е. Н., Койтова Ж. Ю., Шапочка Н. Н. Влияние химчистки на потребительские свойства изделий из овчины // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2011. – № 2. – С. 37–38.

#### REFERENCES

1. GOST 32079–2013. Shkurki mekhovye i ovchiny vydelannye krashenye. Metod opredeleniya ustojchivosti okraski k treniyu. – Vved. 01.07.2014. – M. : Izd-vo standartov, 2014. – 6 s.
2. Sposob komp'yuternogo opredeleniya izmeneniya okraski tekstil'nyh poloten pri ocenke ee ustojchivosti k fiziko-himicheskim vozdeystviyam : pat. Rossii / N. N. Barashkova, O. A. SHalomin, B. N. Gusev, A. Yu. Matrohin ; pravoobladatel' GOU VPO «Ivanovskaya gosudarstvennaya tekstil'naya akademiya. – № 2439560; zayavl. 15.07.2010; registr. 10.01.2012.
3. Dolgova E. Yu., Kojtova Zh. Yu., Borisova E. N. Razrabotka instrumental'nogo metoda ocenki ustojchivosti okraski odeznykh materialov // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2008. – № 6S. – S. 15–17.
4. Borisova E. N., Kojtova Zh. Yu., Shapochka N. N. Ocenka ustojchivosti okraski ovchin pri razlichnykh vidah vozdeystviya // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2012. – № 1. – S. 43–45.
5. Avtomatizirovannaya ocenka cvetovykh razlichij materialov : svidetel'stvo o gos. registracii programmy dlya EHVM № 2014614994 / S. N. Titov, E. N. Borisova ; pravoobladatel' GOU VPO «Kostromskoj gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet». – № 201461230; zayavl. 19.03.2014; registr. 15.05.2014.
6. Borisova E. N., Kojtova Zh. Yu., Shapochka N. N. Vliyanie himchistki na potrebitel'skie svojstva izdelij iz ovchiny // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2011. – № 2. – S. 37–38.

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-20-25

05.19.00 Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

УДК 677.017

**Киселев Андрей Михайлович**

кандидат технических наук

НПО «Программируемые композиты», г. Кострома, Россия

laibach@mail.ru

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 3D-ТКАНЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ «ПРЕФОРМА»**

*В статье анализируется возможность применения разработанной ранее системы проектирования структур 3D-тканей «Преформа», позволяющей получать геометрические модели различных структур 3D-ткани – каркасной, многослойной, слоисто-каркасной разнесенной структуры, оболочечной, ортогональной – для виртуального прогнозирования диаграммы деформирования композиционного материала, изготовленного на основе 3D-тканых преформ, при растяжении. Обоснована актуальность проведения виртуальных испытаний свойств материалов. Построена геометрическая модель виртуального образца для одного из возможных вариантов структур 3D-тканей. Описана постановка задачи моделирования растяжения образца в Workbench-LS Dyna. Сформулированы граничные условия при решении задачи. Описана методика проведения вычислительного эксперимента. Приведены результаты численного моделирования свойств композиционного материала в системе Workbench-LS Dyna. Получены истинные и условные диаграммы деформирования композиционного материала на основе 3D-ткани.*

**Ключевые слова:** прогнозирование свойств, объемная тканая преформа, 3D-ткани, диаграмма деформирования, композиционный материал, программное обеспечение.

В современном мире в условиях глобальной экономики на передовые позиции могут выйти только те предприятия, которые способны быстро реагировать на изменения запросов заказчиков и потребителей их продукции, постоянно повышать эффективность своей работы, в том числе и за счет активного внедрения инновационных технологий компьютерного моделирования, анализа и совершенствования выпускаемой продукции.

Совершенствование традиционных материалов и технологий зачастую не дает большого эффекта, но требует значительных материальных и временных затрат. Поэтому наиболее перспективным видится использование современных технологий и композиционных материалов, свойства которых формируются на стадии их проектирования и изготовления. Поэтому необходимо применять современные методы компьютерного моделирования и интегрированный комплекс систем высокого уровня для проведения подробных расчетов прочности, устойчивости, долговечности, разрушения, динамического поведения, теплопередачи и т. д. Организация единого процесса виртуального моделирования, анализа и оптимизации продукции из композиционных материалов в рамках всего предприятия позволяет значительно сократить

сроки выпуска конкурентоспособной и надежной продукции при значительном сокращении затрат и увеличении прибыли [1].

В связи с этим на российских производствах, в первую очередь высокотехнологичных, постепенно набирает популярность проведение виртуальных испытаний с помощью цифровых технологий. При проектировании новых материалов, и прежде всего композитных, на первый план выходят задачи оптимизации времени и стоимости разработки, большая гибкость при проектировании. Стратегии крупных компаний, направленные на наращивание конкурентоспособности в отрасли, требуют постоянной модернизации программного и аппаратного обеспечения. «Наша отрасль пришла к новой вычислительной парадигме, – говорит Андрей Пузанов, начальник научно-исследовательского сектора ОАО «Специальное конструкторское бюро приборостроения и автоматики» (ОАО СКБ ПА). – Проектировщикам надо решать широкий круг задач – от статической прочности до сложного междисциплинарного анализа. Но использование натурального прототипирования, считающегося стандартным подходом в прошлое десятилетие, занимает много времени и слишком затратно» [2].

Многие задачи с помощью дорогостоящих натуральных экспериментов просто не решаются, так как, получив множество статистических

данных, невозможно затем выявить закономерности влияния входных и выходных параметров исследуемой системы/материала.

В том же ОАО СКБ ПА после проведения виртуальных испытаний на приобретенном программном обеспечении (ПО) отмечают, что «теперь мы можем перевести ряд испытаний из реальных в виртуальные посредством модельных исследований, что повышает конкурентоспособность нашего предприятия и сокращает цикл проектирования минимум на 50 %» [2]. На этом предприятии подтверждают, что, «внедряя виртуальные испытания с помощью различных программных продуктов, предприятия получают реальную экономию и затраты на выбранное ими ПО являются эффективными с точки зрения инвестиций» [2].

В корпорациях подсчитали, что по некоторым направлениям виртуальные испытания позволяют в два раза сократить число натурных испытаний, отказаться от изготовления десятков пробных моделей [3]. Данный подход приобретает особую актуальность в случае создания новых материалов, и, прежде всего, композиционных, свойства которых перспективно формировать на стадии их проектирования и последующего изготовления. В данной статье рассматривается возможность применения ранее разработанного ПО проектирования структур текстильных преформ для изготовления композиционных материалов «Преформа» для виртуального прогнозирования их механических свойств [4–6].

Сегодня существует большое множество методов решения задач прогнозирования меха-

нических свойств композиционных материалов. Одним из перспективных подходов к решению данной задачи является отдельный учет геометрии и свойств армирующего каркаса и материала связующего в их структурах, так как он позволяет получить более точные результаты. Это подтверждается, в частности, исследованиями в программных продуктах Digimat, Patran/Marc, Nastran, в которых для определения свойств многофазных материалов используется микроуровневый подход и в качестве исходных данных выступают свойства каждой фазы композиционного материала. Перспективность данного подхода заключается в точном учете реального строения геометрии композиционного материала и, как следствие, в ожидании повышения точности прогнозных решений.

Кроме того, исходными данными для проектировщика нового композиционного материала будут лишь данные механических испытаний нитей текстильной основы и материала связующего. Такой подход позволяет решать задачу определения напряженно-деформированного состояния (НДС) материалов путем прямого разбиения составляющих компонентов композита – армирующей структуры нитей и связующего – на конечные элементы.

При этом во всех существующих системах моделирование материала осуществляется в его небольшом «представительском объеме» [7]. Применение такого подхода в зарубежных исследованиях и пример разбиения композиционного материала на конечные элементы проиллюстрированы на рис. 1 [8].

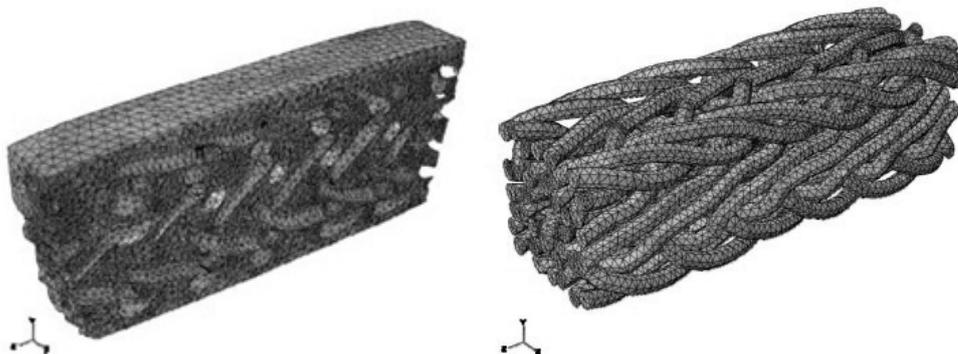


Рис. 1. Пример разбиения композиционного материала на конечные элементы при традиционном подходе к решению задачи определения НДС композиционного материала в его представительском объеме [8]

Разработанное ПО «Преформа» позволяет применить данный подход теперь на отечественном программном обеспечении и не только в пределах заданного «представительского объема», но и в объеме заданного сложного 3D-изделия [5, с. 128].

В данной статье рассматривается возможность применения ПО «Преформа», позволяю-

щего получать геометрические модели различных структур 3D-ткани (каркасной, многослойной, слоисто-каркасной разнесенной структуры, оболочечной, ортогональной) для прогнозирования механических свойств композиционных материалов, изготовленных на основе 3D-тканых преформ при деформации растяжения.

Основной задачей проектирования новых композиционных материалов является выбор структуры армирующей преформы, несущей основную нагрузку в процессе эксплуатации изделия. Задача выбора тканой структуры армирующей преформы, которая существенно влияет на механические свойства конечного изделия, является многовариантной. Поэтому освоение цифровых технологий виртуального прогнозирования механических свойств будущего материала в тесной взаимосвязи с геометрией объемного тканого каркаса представляет собой актуальную задачу. Продемонстрируем решение задачи прогнозирования диаграммы деформирования композиционного материала на примере.

Пусть необходимо спрогнозировать диаграмму деформирования композиционного материала на основе 3D-ткани с заданным раппортом, представленным на рис. 2. По заданным размерам образца, согласно стандартам ASTM D 5766, строится геометрическая модель структуры текстильной преформы с заданным раппортом 3D-ткани в ПО «Преформа», геометрия нитей определяется задаваемым раппортом и исходными данными для конкретной углеродной нити. В исследуемых образцах объемных тканых преформ для изготовления композитов применялось углеродное волокно зарубежной

фирмы AKSA и отечественное связующее Т-26, разработчиком которого является ОАО «Институт новых углеродных материалов и технологий» (ИНУМиТ). Численные значения механических характеристик данных компонентов композитных образцов взяты из источников [9, 10].

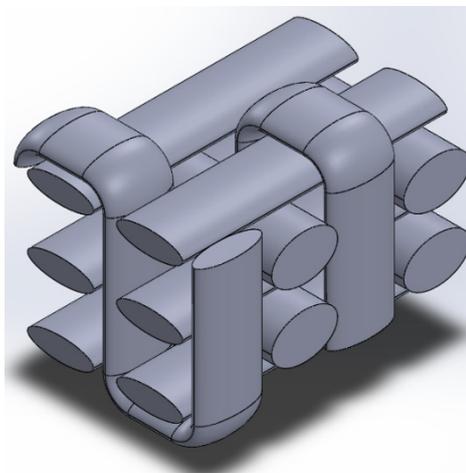


Рис. 2. Геометрическая модель раппорта 3D-ткани

Пример построения образца структуры текстильной преформы для проведения виртуальных испытаний на растяжение приведен на рис. 3.

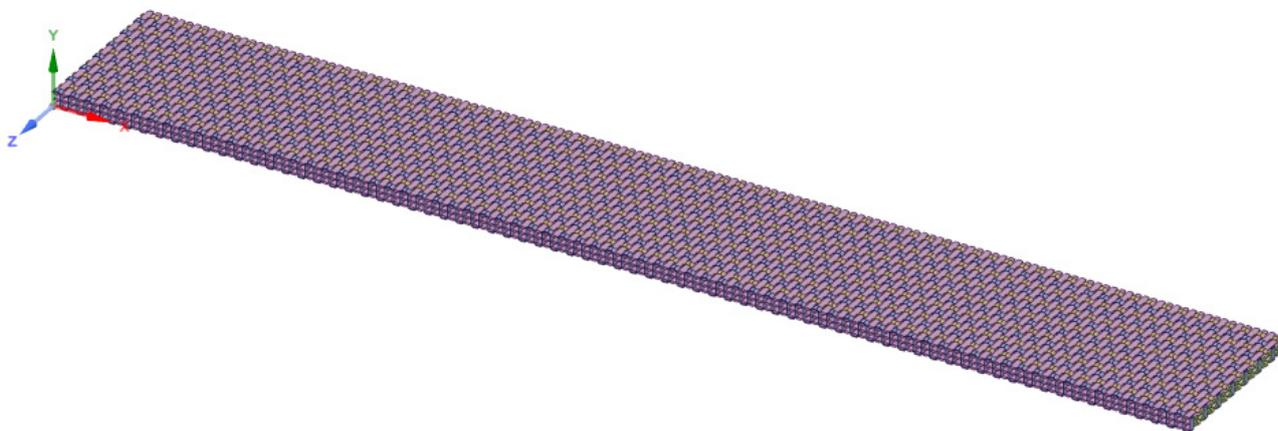


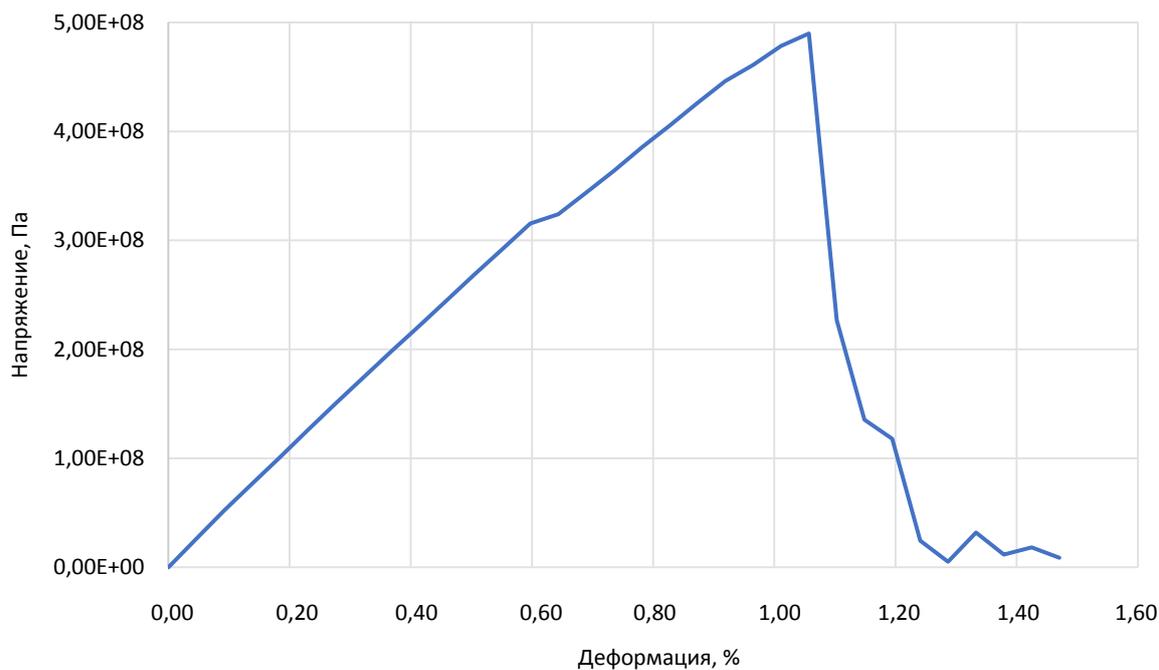
Рис. 3. Внешний вид текстильной структуры преформы по заданным размерам для виртуальных испытаний на растяжение

Полученная геометрическая модель на следующем этапе загружалась в САЕ-систему, и расчет механических характеристик исследуемого композиционного материала для получения диаграммы деформирования выполнялся в ПО ANSYS Workbench-LS Dyna. В результате была получена диаграмма деформирования композита как двухкомпонентного материала.

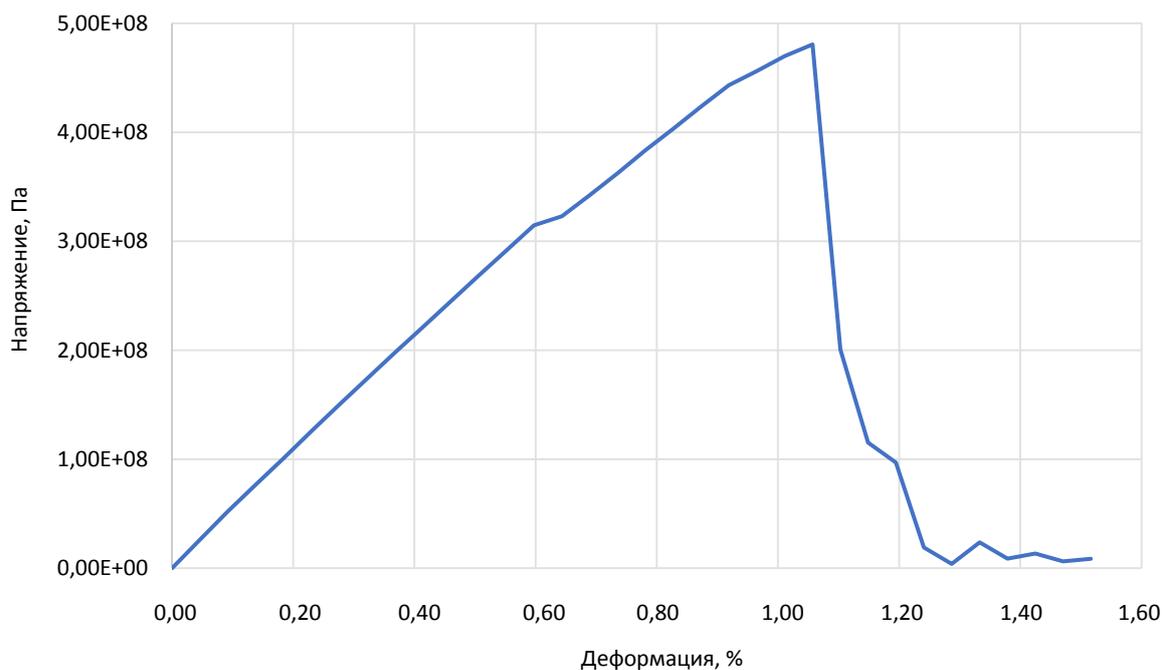
Построение диаграммы деформирования композиционного материала выполнялось путем классического определения результирующей

силы в среднем сечении исследуемого образца, расчета площади поперечного сечения с течением времени и расчета относительной деформации образца исходя из скорости и величины перемещений узлов конечно-элементной модели во времени.

По результатам вычислений построены истинные и условные диаграммы деформирования композиционного материала на основе заданной структуры текстильной преформы. Результаты моделирования представлены на рис. 4.



а



б

Рис. 5. Диаграмма деформирования образца композиционного материала: а – истинная; б – условная

Таким образом, продемонстрирована возможность организации на базе ПО «Преформа» единого процесса виртуального моделирования изделия, начиная от создания модели структуры объемной текстильной преформы и заканчивая виртуальным исследованием свойств проектируемого композиционного материала, изготовленного в последующем на ее основе.

ПО «Преформа», в котором уже доказана адекватность построения геометрических моделей

различных структур 3D-тканей [5, с. 129–134], предоставляет широкие возможности не только по варьированию строения и структуры объемных текстильных каркасов, но и является основой для прогнозирования механических свойств создаваемых композиционных материалов, армированных непрерывными высокопрочными текстильными нитями с регулярной структурой в соответствии с теорией строения 3D-ткани. Предложенный подход виртуального прогнози-

рования механических характеристик 3D-тканей с применением системы проектирования «Преформа» в перспективе открывает путь к созданию рациональных элементов различных конструкций из композиционных материалов, которые наилучшим образом отвечали бы эксплуатационным требованиям, без проведения дорогостоящих натуральных испытаний реальных опытных образцов или сократив их количество.

Ценность реализации данного подхода заключается в том, что он является практически единственным доступным методом получения информации на ранней стадии проектирования новых материалов о вероятных значениях их прочностных характеристик в различных условиях внешнего воздействия, а также о возможности оценки степени влияния на механические характеристики композиционного материала факторов строения и структуры тканой основы.

Сравнение результатов виртуальных испытаний с результатами натуральных экспериментов является следующим этапом данного исследования.

#### ВЫВОДЫ

1. Продемонстрирована возможность применения ПО «Преформа» для виртуального прогнозирования механических свойств композиционного материала, изготовленного на основе 3D-тканого каркаса.

2. Представленный подход проведения виртуальных прочностных испытаний позволяет прогнозировать свойства композиционного изделия, изготовленного на основе объемной тканой преформы, с учетом его реальной геометрической структуры и механических свойств составляющих его компонентов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Князев Э. Ю. MSC Software: виртуальная разработка конструкций из композиционных материалов [Электронный ресурс] // Rational Enterprise Management/Рациональное управление предприятием : информационно-аналитический журнал. – Режим доступа : [http://www.remmag.ru/upload\\_data/files/2-2014/MSC.pdf](http://www.remmag.ru/upload_data/files/2-2014/MSC.pdf) (дата обращения: 30.04.2019).
2. Виртуальные испытания – реальная экономия [Электронный ресурс] // офиц. сайт АО «Русская промышленная компания». – Режим доступа : [https://cad.ru/blog/success/files/Kovrov\\_print3.pdf](https://cad.ru/blog/success/files/Kovrov_print3.pdf) (дата обращения: 30.04.2019).
3. Почему промышленники выбирают виртуальные испытания [Электронный ресурс] // Информационное агентство 24РосИнфо. – Режим доступа : <http://24ri.ru/down/open/pochemu-promyshlenniki-vybirajut-virtualnye-ispytaniya.html> (дата обращения: 30.04.2019).
4. Киселев А. М., Киселев М. В. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2018618158: зарег. в Реестре программ для ЭВМ 10.07.2018.
5. Киселев А. М., Киселев М. В. Разработка систем проектирования структур строения и контроля качества цельнотканых 3D-преформ методами компьютерного моделирования : монография. – Кострома : Изд-во Костром. гос. ун-та, 2018. – 174 с.
6. Киселев А. М., Киселев М. В. Проектирование и прогнозирование физико-механических свойств композиционных материалов на основе 3D текстильных преформ // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 1(367). – С. 325–329.
7. Киселев А. М. Анализ автоматизированных систем построения 3D тканых структур // Инновационное развитие легкой промышленности : сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. молодых специалистов и ученых (27 ноября 2017 г.) ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – С. 173–180.
8. Paccola R. R., Neto D. P., Coda H. B. Geometrical non-linear analysis of fiber reinforced elastic solids considering debonding // Composite Structures. – 2015. – July. – P. 343–357.
9. AKSA Carbon Fiber [Электронный ресурс] : офиц. сайт фирмы. – Режим доступа : <http://www.aksacausa.com/products.html> (дата обращения: 30.04.2019).
10. Институт новых углеродных материалов и технологий, ОАО ИНУМиТ [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – Режим доступа : <http://inumit.ru/rus/produkcija-i-uslugi/ugleplastiki/Resins> (дата обращения: 30.04.2019).

#### REFERENCES

1. Knyazev E. Yu. MSC Software: virtual'naya razrabotka konstrukcij iz kompozicionnyh materialov [Elektronnyj resurs] // Rational Enterprise Management/Racional'noe upravlenie predpriyatiem : informacionno-analiticheskij zhurnal. – Rezhim dostupa : [http://www.remmag.ru/upload\\_data/files/2-2014/MSC.pdf](http://www.remmag.ru/upload_data/files/2-2014/MSC.pdf) (data obrashcheniya: 30.04.2019).

2. Virtual'nye ispytaniya – real'naya ekonomiya [Elektronnyj resurs] // ofic. sajt AO «Rus-skaya promyshlennaya kompaniya». – Rezhim dostupa : [https://cad.ru/blog/success/files/Kovrov\\_print3.pdf](https://cad.ru/blog/success/files/Kovrov_print3.pdf) (data obrashcheniya: 30.04.2019).
3. Pochemu promyshlenniki vybirayut virtual'nye ispytaniya [Elektronnyj resurs] // Informacionnoe agentstvo 24RosInfo. – Rezhim dostupa : <http://24ri.ru/down/open/pochemu-promyshlenniki-vybirajut-virtualnye-ispytaniya.html> (data obrashcheniya: 30.04.2019).
4. Kiselev A. M., Kiselev M. V. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programm dlya EVM № 2018618158: zareg. v Reestre programm dlya EVM 10.07.2018.
5. Kiselev A. M., Kiselev M. V. Razrabotka sistem proektirovaniya struktur stroeniya i kon-trolya kachestva cel'notkanyh 3D-preform metodami komp'yuternogo modelirovaniya : monografiya. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. un-ta, 2018. – 174 s.
6. Kiselev A. M., Kiselev M. V. Proektirovanie i prognozirovanie fiziko-mekhanicheskikh svojstv kompozicionnyh materialov na osnove 3D tekstil'nyh preform // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2017. – № 1(367). – S. 325–329.
7. Kiselev A. M. Analiz avtomatizirovannyh sistem postroeniya 3D tkanyh struktur // Innovacionnoe razvitiye legkoj promyshlennosti : sb. st. II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodyh specialistov i uchenykh (27 noyabrya 2017 g.) ; Kazan. nac. issled. tekhnol. un-t. – Kazan' : Izd-vo KNITU, 2017. – S. 173–180.
8. Paccola R. R., Neto D. P., Coda H. B. Geometrical non-linear analysis of fiber reinforced elastic solids considering debonding // Composite Structures. – 2015. – July. – P. 343–357.
9. AKSA Carbon Fiber [Elektronnyj resurs] : ofic. sajt firmy. – Rezhim dostupa : <http://www.aksacausa.com/products.html> (data obrashcheniya: 30.04.2019).
10. Institut novyh uglerodnyh materialov i tekhnologij, OAO INUMiT [Elektronnyj resurs] : ofic. sajt. – Rezhim dostupa : <http://inumit.ru/rus/produkcija-i-uslugi/ugleplastiki/Resins> (data obrashcheniya: 30.04.2019).

# ДИЗАЙН

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-26-34

17.00.06 Техническая эстетика и дизайн

УДК 671.1; 742; 74.01

**Котова Ксения Владимировна**

магистрант

**Галанин Сергей Ильич**

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

kuka-kiss@inbox.ru; sgalanin@mail.ru

## МОДНЫЕ ТРЕНДЫ И БИЖУТЕРИЯ

*В статье рассмотрены основные пути возникновения и формирования современных трендов ювелирных изделий и бижутерии. Большое внимание уделено основным модным тенденциям в бижутерии в сезоне 2018/19 года. Выделяются и описываются характерные особенности серег, колец, браслетов, брошей, шейных украшений, украшений как части одежды, statement-аксессуаров, а также тенденции, связывающие бижутерию и костюм. Показано, что тренды характерны как для высокой моды, так и для бижутерии, что позволяет подтвердить сильную и неразрывную взаимосвязь костюма и украшений.*

**Ключевые слова:** тренд, формирование трендов, бижутерия, костюм и украшения, модные тенденции, высокая мода, дизайн ювелирных украшений.

Современное общество тесно связано с модными трендами. Тренд (англ. *trend* – направление, тенденция) – направление, тенденция развития какого-либо процесса или явления. Люди, так или иначе, следуют моде, иногда даже не подозревая об этом. В широком смысле мода – это кратковременное сходство определенных взглядов и вкусов общества, в том числе в манере одеваться. Одежда и украшения неразрывно связаны между собой. Высокая конкурентная среда на ювелирном рынке способствует поиску оригинальных идей и новых способов изготовления украшений [1–6]. Ювелирные фирмы и компании, в том числе и известные мировые бренды, вынуждены следить за постоянно обновляющимися трендами и быть на шаг впереди своих конкурентов [7–10]. Модные дома, ежегодно представляющие новые коллекции на неделях моды, формируют тренды на ближайший год. Общество с легкостью принимает различные новшества [11]. Магазины масс-маркета быстро подхватывают новые тенденции, и вот уже любой может примерить на себя наряд с характерными чертами модных веяний нынешнего сезона. Поэтому тренды и мода – неотъемлемая часть современного дизайна ювелирных украшений.

### Возникновение и формирование модных трендов

Аналитики – предсказатели трендов. Их задача – искать новые веяния, настроения и желания общества, замечать повторяющиеся модные мотивы и тенденции, предсказывать их развитие. Анализируются модные показы, выставки, стрит-стайл и образы знаменитостей. Компании и фирмы тратят значительные средства на приобретение информации по возможным будущим предпочтениям покупателей, позволяющей планировать коммерческое развитие продукта. Информация по трендам помогает опередить желания клиентов и выпустить коммерчески успешную продукцию. Рост индустрии трендов показывает, насколько быстро распространяются прорывные идеи и инновации и как сильно они влияют на поведение покупателя [12, 13].

Задают и формируют тренды:

- аналитические агентства;
- трендсеттеры – люди, воспринимающие новые тренды раньше других и своим примером внедряющие новшество в массовое использование;
- простые люди, создающие уличный стиль одежды – стритстайл;
- сфера искусства: кино, музыка, выставки и т. д.;
- знаменитости;

© Котова К. В., Галанин С. И., 2019

- отдельные дизайнеры, создающие что-то новое;
- сами потребители.

Современные тренды бижутерии и украшений характеризуются разнообразием форм и стилей, использованием многоцветных решений, стекла, камней, дерева, различных металлов, например титана и алюминия, различных покрытий [14–22].

#### Основные тенденции современной высокой моды в бижутерии

**Серьги.** Наиболее популярные тренды в аксессуарах – асимметрия и гигантомания. На показах встречаются «серьги-люстры», «новые серьги-кольца», которые дизайнеры дополнительно украсили, слегка изогнули и увеличили в размере, а также серьги-клипсы в стиле 80-х. На подиумах замечены огромные монсерьги, состоящие из несколько звеньев, спускающиеся

до плеча и ниже, а также крупные асимметричные серьги, сильно отличающиеся друг от друга по дизайну. Кроме того, популярно сочетать в одном образе разные по размеру и стилю украшения (рис. 1).

**Шейные украшения.** Один из главных трендов – цепи и многоярусность. Дизайнеры предлагают носить все и сразу: цепочки, чокеры, ожерелья, подвески и колье. Это могут быть широкие колье, разомкнутые чокеры, сочетания маленьких цепочек и крупных подвесок разной длины и в большом количестве. Огромные колье в виде цепей с кольцами-звеньями и камнями, а также сочетание очень изящных подвесок с большими и массивными ожерельями. Стистика украшений может быть любой: как колье из речного жемчуга или ракушек, так и цепочки с этническими знаками, символами, монетками и медальонами (рис. 2).



Рис. 1. Серьги в коллекциях модных дизайнеров [23, 24]

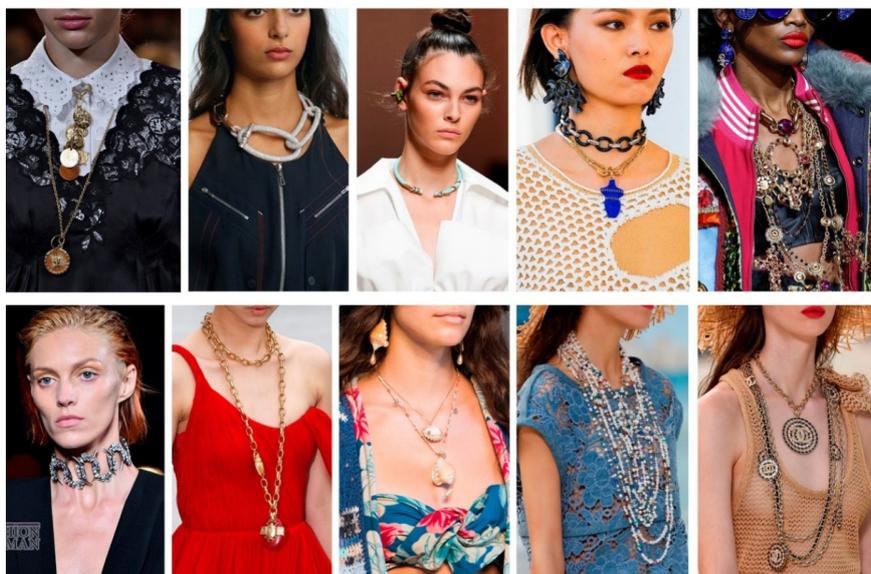


Рис. 2. Шейные украшения в коллекциях модных дизайнеров [23, 24]

**Браслеты.** В тренде надевать браслеты парами, которые хорошо комбинируются между собой. Дизайнеры предлагают носить их не только на запястье, но и на всем предплечье и даже плече. Популярны широкие и узкие, объемные и массивные модели, выполненные из металла и пластика, декорированные камнями, стеклянными вставками и бусинами [16]. Браслеты в виде манжетов жесткой формы или крупные фигурные изделия на шарнирах и пружинах, а также сочетание связок цепочек с подвесками-медалями (рис. 3).

**Кольца.** Крупные модели как без камней, так и обильно украшенные камнями и цветами.

Также будут популярны огромные кольца в футуристическом стиле, закрывающие большую часть руки. Предлагается носить сразу несколько больших колец, схожих по дизайну (рис. 4).

**Броши.** В моду снова входят броши, которые становятся даже популярнее колец и браслетов. Дизайнеры дополняют модные образы сочетанием сразу нескольких крупных брошей либо одной массивной. Тематика украшений многообразна: анималистические мотивы, цветы и растительный мир, минимализм, ретро-брошки и броши в геральдическом стиле (рис. 5).



Рис. 3. Браслеты в коллекциях модных дизайнеров [24, 25]



Рис. 4. Кольца в коллекциях модных дизайнеров [24]



Рис. 5. Броши в коллекциях модных дизайнеров [25]

**Украшения как часть одежды.** Самый заметный ювелирный тренд весеннего сезона – украшения как часть одежды. Кутюрье используют в коллекциях огромные камни, которые являются составляющей платья. Драгоценное преобразование получил знаменитый тренч, на котором появилась золотая окантовка из настоящей цепи, а короткие платья украшают металлическими воротниками асимметричной формы. Так как в украшениях доминирует тренд на многослойность, дизайнеры смело сочетают украшения, являющиеся частью костюма, с крупными колье-медальонами (рис. 6).

**Statement-аксессуары** (англ. – заявление или утверждение) – украшения, говорящие сами за себя. Дизайнеры предлагают забыть о банальных серьгах и кольцах. Кутюрье придумывают невероятно смелые аксессуары: очки, украшенные длинными нитями из стразов, фантазийные портупеи, массивные пояса-кольчуги, украшения из бисера через плечо, лимонные сетки-манишки, одетые поверх рубашек, пояса, завязанные в тугие узлы, а также пояса с многочисленными подвесами. В новом сезоне аксес-

суарам достаются ведущие позиции во всех коллекциях (рис. 7).

### Влияние высокой моды на костюмную бижутерию

Бижутерия для украшения костюма впервые появилась в 1930-е годы. Сейчас термин «костюмная бижутерия» стал синонимом слова «бижутерия». Эти термины используются для обозначения ювелирной галантереи массового производства, которая обычно изготовлена из недорогих материалов. Для потребителей самой большой разницей между костюмной бижутерией и драгоценным ювелирным изделием является цена. Не является секретом, что многие дизайнеры приобрели широкую известность благодаря свежим идеям и оригинальным взглядам на создание своих работ из недорогих металлов. Их аксессуары пользуются спросом на современном рынке и стоят в разы дороже обычной бижутерии именно потому, что задают модные тренды либо являются новаторскими. Бижутерия тесно связана с высокой модой, так как является частью или дополнением дизайнерских нарядов [26–30] (табл.).



Рис. 6. Украшения как часть одежды в коллекциях модных дизайнеров [23]

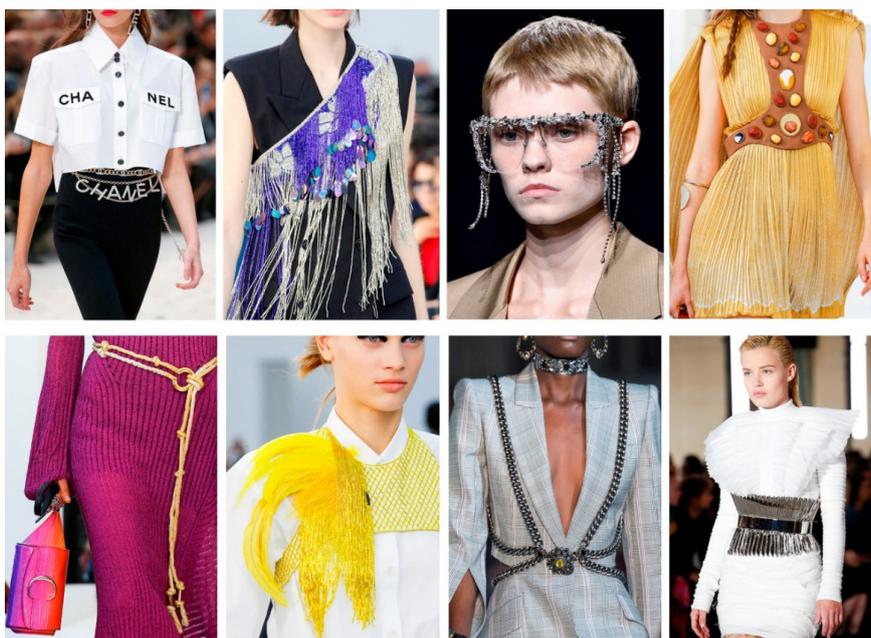


Рис. 7. Statement-аксессуары в коллекциях модных дизайнеров [23, 26]

Таблица

## Тренды высокой моды, влияющие на дизайн бижутерии

Тренд	Бижутерия	Высокая мода
<p><b>Логотипомания, персонализация</b> Логотипомания захватывает все части гардероба: одежду, обувь и украшения. В тренде как просто отдельные надписи, так и аксессуары с логопринтом</p>		
<p><b>Массивность, многослойность, комбинация</b> Дизайнеры рекомендуют носить пуховики, надетые поверх пальто и пиджаков. А украшения переплетать, смешивать друг с другом и носить единым ансамблем</p>		
<p><b>Асимметрия, геометрия</b> В моде остается тренд носить только одну серьгу. Главное, чтобы она имела внушительный размер и интересный дизайн. Такие серьги гармонично вписываются в череду асимметричных нарядов на одно плечо, акцентируя внимание на верхе</p>		
<p><b>Футуризм</b> Дизайнеры используют пластик, кожу, стекло, искусственный мех, перья, дерево и камень, чтобы привнести в образ неординарность и изюминку. В коллекциях прослеживаются футуристичные формы, напоминающие искривленные геометрические фигуры и объекты</p>		
<p><b>Поп-арт и цепи</b> Оттенки в одежде и аксессуарах становятся все смелее, украшения крупнее, в виде звеньев и цепей, а их формы все необычнее. Это поможет людям выделяться из толпы и подчеркнуть свою индивидуальность</p>		

Окончание табл.

Тренд	Бижутерия	Высокая мода
<p><b>Спорт-шик и дух 80-х</b> Клипсы снова в моде, а также крупные серьги, серьги-кольца и украшения из натуральных камней или их имитации. Дизайнеры смело комбинируют такие украшения с одеждой в спортивном стиле</p>		
<p><b>Минимализм</b> Минимализм не спешит уходить, принцип «чем проще, тем лучше» все еще в силе. Дизайнеры используют простой крой и форму, но подбирают интересные по фактуре ткани: матовые, сатиновые, глянцевые. Минималистичную форму украшений они сочетают с глянцевыми и матовыми фактурами. Также популярно сочетание теплых и холодных оттенков</p>		

### ВЫВОДЫ

В результате изучения модных показов можно выявить некоторые закономерные тенденции, связывающие бижутерию и костюм, увидеть сильное влияние моды на украшения, сделать следующие выводы:

1. В коллекциях модных дизайнеров 2018/19 года замечены следующие тренды:
  - логотипомания, персонализация;
  - массивность, многослойность, комбинация;
  - асимметрия, геометрия;
  - футуризм;
  - поп-арт и цепи;

- спорт-шик и дух 80-х;
- минимализм.

2. Украшения были и остаются ярким дополнением костюма и образа в целом. В данном сезоне они занимают лидирующие позиции в показах и привлекают к себе все больше внимания, становясь главным акцентом модного образа.

3. Тренды характерны как для высокой моды, так и для бижутерии, что позволяет подтвердить сильную и неразрывную взаимосвязь костюма и украшений.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология изготовления современных ювелирно-художественных изделий : монография. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. – 183 с.
2. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Принципы создания современных ювелирно-художественных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2013. – № 1. – С. 19–21.
3. Галанин С. И., Соколова Л. А. Декорирование поверхности алюминия окрашиванием конверсионных покрытий [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2015. – Вып. 21. – С. 34–43. – Режим доступа : <http://www.enidtp.ru> (дата обращения: 01.12.2018).
4. Галанин С. И., Шорохов С. А., Магзелёва А. А. Декоративная электрохимическая обработка фурнитуры швейных изделий // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 5(358). – С. 150–154.
5. Галанин С. И., Висковатый И. С. Оксидирование поверхности фурнитуры швейных изделий // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 5(365). – С. 175–185.
6. Галанин С. И., Попова Л. В., Евграфова Ю. П. Исследование электрохимического формирования декоративных цветных пленок на поверхности титана ОТ4-1 // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009. – № 2(9). – С. 20–22.

7. Галанин С. И., Доберштейн В. Ю., Колупаев К. Н. Особенности дизайна ювелирных изделий в условиях создания бренда, брендинга и брендингования // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2017. – № 1. – С. 12–19.
8. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Проблемы дизайна отечественных ювелирных изделий [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2011. – Вып. 6. – С. 62–70. – Режим доступа : <http://www.enidtp.ru> (дата обращения: 01.12.2018).
9. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн и технология ювелирных изделий: российские особенности // Дизайн. Материалы. Технология. – 2011. – № 2(17). – С. 60–63.
10. Галанин С. И., Шорохов С. А. Проблемы российской ювелирной отрасли // Вестник РАЕН. – 2011. – № 2. – С. 85–90.
11. Галанин С. И. Влияние социокультурной среды на формирование рынка ювелирных изделий и бижутерии // Костромской гуманитарный вестник. – 2014. – № 1(7). – С. 74–77.
12. Кто предсказывает тренды [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.wonderzine.com/wonderzine/style/style/224914-one-trend-to-another> (дата обращения: 01.12.2018).
13. Тренд-форкастеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.globalblue.ru/destinations/italy/trend-forecasting> (дата обращения: 01.12.2018).
14. Галанин С. И., Доберштейн В. Ю., Колупаев К. Н. Трансформация элементарных форм в дизайне ювелирно-художественных изделий [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2015. – Вып. 21. – С. 24–33. – Режим доступа : <http://www.enidtp.ru> (дата обращения: 01.12.2018).
15. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Выбор конструкционных металлов и сплавов для ювелирных изделий на основе анализа их цветовых характеристик // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2014. – № 1. – С. 31–35.
16. Галанин С. И., Вологодина В. О. Декоративное травление вставок из цветного стекла в ювелирно-художественных изделиях [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2010. – Вып. 5. – С. 38–50. – Режим доступа : <http://www.enidtp.ru> (дата обращения: 01.12.2018).
17. Галанин С. И., Ляпина А. С. Исследование колористических характеристик недргоценных металлов и сплавов для ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. – 2018. – № 1(39). – С. 17–24.
18. Галанин С. И., Колодий-Тяжов Л. А., Бушневская Е. А. Защитно-декоративные свойства цветных золотых гальванических покрытий // Практика противокоррозионной защиты. – 2018. – № 1(87). – С. 54–62.
19. Декоративные свойства цветных золотых гальванических покрытий / С. И. Галанин, Л. А. Колодий-Тяжов, М. Г. Егорова, В. А. Березовский // Дизайн. Материалы. Технология. – 2017. – № 4(48). – С. 30–34.
20. Галанин С. И., Ляпина А. С. Колористические характеристики ряда цветных металлов и сплавов для ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. – 2017. – № 2(38). – С. 29–35.
21. Галанин С. И., Висковатый И. С. Оксидирование и чернение ювелирных изделий из серебра // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2017. – № 1. – С. 20–28.
22. Лебедева Т. В., Музыкантова М. Э., Галанин С. И. Холодные эпоксидные эмали как дизайн-решение поверхности ювелирных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2017. – № 1. – С. 5–11.
23. Бижутерия на модных показах [Электронный ресурс] // Vogue. Россия. – Режим доступа : [https://www.vogue.ru/fashion/trends/kakie\\_ukrasheniya\\_budut\\_samymi\\_modnymi\\_sleduyushchey\\_vesnoy](https://www.vogue.ru/fashion/trends/kakie_ukrasheniya_budut_samymi_modnymi_sleduyushchey_vesnoy) (дата обращения: 01.12.2018).
24. Модные украшения 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.fashion-woman.com/stil-i-moda/tendencii/modnie-ukrasheniya-vesna-letu> (дата обращения: 01.12.2018).
25. Главные тенденции в бижутерии [Электронный ресурс] // Женский журнал Differed. – Режим доступа : <https://differed.ru/moda/osen-zima/luchshie-zhenskie-aksesuary> (дата обращения: 01.12.2018).
26. Тренды в бижутерии [Электронный ресурс] // Marieclaire.ru : онлайн-журнал. – Режим доступа : <http://www.marieclaire.ru/moda/trendyi-v-detalyah-samyie-modnyie-aksesuaryi-vesnyi-i-leta-2019/> (дата обращения: 01.12.2018).
27. Модные тренды в украшениях [Электронный ресурс] // Школа шопинга Татьяны Тимофеевой. – Режим доступа : <https://www.shoppingschool.ru/articles/obzor-ukrasheniya-osen-zima-2018.html> (дата обращения: 01.12.2018).

28. Главные тренды 2019 [Электронный ресурс] // Marieclaire.ru : онлайн-журнал. – Режим доступа : <http://www.marieclaire.ru/moda/20-glavnyih-trendov-vesnyi-i-leta-2019-kotoryie-stanut-hitami-sezona> (дата обращения: 01.12.2018).
29. Анализ современной моды [Электронный ресурс] // База знаний Allbest. – Режим доступа : [https://knowledge.allbest.ru/culture/2c0a65635a3ac69b4d43a88421316c26\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/culture/2c0a65635a3ac69b4d43a88421316c26_0.html) (дата обращения: 01.12.2018).
30. Коллекция Balenciaga весна – лето 2019 [Электронный ресурс] // Fashion-woman.com. – Режим доступа : <https://www.fashion-woman.com/stil-i-moda/vysokaya-moda/kollekciya-balenciaga-vesna-let-2019> (дата обращения: 01.12.2018).

## REFERENCES

1. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Dizajn, materialy i tekhnologiya izgotovleniya sovremennyh yuvelirno-hudozhestvennyh izdelij : monografiya. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2014. – 183 s.
2. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Principy sozdaniya sovremennyh yuvelirno-hudozhestvennyh izdelij // Trudy Akademii tekhnicheskoy ehstetiki i dizajna. – 2013. – № 1. – S. 19–21.
3. Galanin S. I., Sokolova L. A. Dekorirovanie poverhnosti alyuminiya okrashivaniem konversionnyh pokrytij [Elektronnyj resurs] // Dizajn. Teoriya i praktika. – 2015. – Vyp. 21. – S. 34–43. – Rezhim dostupa : <http://www.enidtp.ru> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
4. Galanin S. I., SHorohov S. A., Magzelyova A. A. Dekorativnaya elektrohimicheskaya obrabotka furnitury shvejnyh izdelij // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2015. – № 5(358). – S. 150–154.
5. Galanin S. I., Viskovatyj I. S. Oksidirovanie poverhnosti furnitury shvejnyh izdelij // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2016. – № 5(365). – S. 175–185.
6. Galanin S. I., Popova L. V., Evgrafova YU. P. Issledovanie ehlektrohimicheskogo formirovaniya dekorativnyh cvetnyh plyonok na poverhnosti titana OT4-1 // Dizajn. Materialy. Tekhnologiya. – 2009. – № 2(9). – S. 20–22.
7. Galanin S. I., Dobershtejn V. Yu., Kolupaev K. N. Osobennosti dizajna yuvelirnyh izdelij v usloviyah sozdaniya brenda, brendinga i brendirovaniya // Trudy Akademii tekhnicheskoy ehstetiki i dizajna. – 2017. – № 1. – S. 12–19.
8. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Problemy dizajna otechestvennyh yuvelirnyh izdelij [Elektronnyj resurs] // EHNI Dizajn. Teoriya i praktika. – 2011. – Vyp. 6. – S. 62–70. – Rezhim dostupa : <http://www.enidtp.ru> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
9. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Dizajn i tekhnologiya yuvelirnyh izdelij: rossijskie osobennosti // Dizajn. Materialy. Tekhnologiya. – 2011. – № 2(17). – S. 60–63.
10. Galanin S. I., SHorohov S. A. Problemy rossijskoj yuvelirnoj otrasli // Vestnik RAEN. – 2011. – № 2. – S. 85–90.
11. Galanin S. I. Vliyaniye sociokul'turnoj sredy na formirovanie rynka yuvelirnyh izdelij i bizhuterii // Kostromskoj gumanitarnyj vestnik. – 2014. – № 1(7). – S. 74–77.
12. Kto predskazyvaet trendy [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://www.wonderzine.com/wonderzine/style/style/224914-one-trend-to-another> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
13. Trend-forkastery [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <http://www.globalblue.ru/destinations/italy/trend-forecasting> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
14. Galanin S. I., Dobershtejn V. Yu., Kolupaev K. N. Transformaciya ehlementarnykh form v di-zajne yuvelirno-hudozhestvennyh izdelij [Elektronnyj resurs] // Dizajn. Teoriya i praktika. – 2015. – Vyp. 21. – S. 24–33. – Rezhim dostupa : <http://www.enidtp.ru> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
15. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Vybor konstrukcionnykh metallov i splavov dlya yuvelirnyh izdelij na osnove analiza ih cvetovykh harakteristik // Trudy Akademii tekhnicheskoy ehstetiki i dizajna. – 2014. – № 1. – S. 31–35.
16. Galanin S. I., Vologdina V. O. Dekorativnoe travlenie vstavok iz cvetnogo stekla v yuvelirno-hudozhestvennyh izdeliyah [Elektronnyj resurs] // Dizajn. Teoriya i praktika. – 2010. – Vyp. 5. – S. 38–50. – Rezhim dostupa : <http://www.enidtp.ru> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
17. Galanin S. I., Lyapina A. S. Issledovanie koloristicheskikh harakteristik nedragocennykh metallov i splavov dlya yuvelirnyh izdelij i bizhuterii // Tekhnologii i kachestvo. – 2018. – № 1(39). – S. 17–24.
18. Galanin S. I., Kolodij-Tyazhov L. A., Bushnevskaya E. A. Zashchitno-dekorativnye svoystva cvetnykh zolotykh gal'vanicheskikh pokrytij // Praktika protivokorroziionnoj zashchity. – 2018. – № 1(87). – S. 54–62.
19. Dekorativnye svoystva cvetnykh zolotykh gal'vanicheskikh pokrytij / S. I. Galanin, L. A. Kolodij-Tyazhov, M. G. Egorova, V. A. Berezovskij // Dizajn. Materialy. Tekhnologiya. – 2017. – № 4(48). – S. 30–34.

20. Galanin S. I., Lyapina A. S. Koloristicheskie harakteristiki ryada cvetnyh metallov i splavov dlya yuvelirnyh izdelij i bizhuterii // Tekhnologii i kachestvo. – 2017. – № 2(38). – S. 29–35.
21. Galanin S. I., Viskovatyj I. S. Oksidirovanie i chernenie yuvelirnyh izdelij iz serebra // Trudy Akademii tekhnicheskoy ehstetiki i dizajna. – 2017. – № 1. – S. 20–28.
22. Lebedeva T. V., Muzykantova M. EH., Galanin S. I. Holodnye ehpoksidnye ehmalii kak dizajn-reshenie poverhnosti yuvelirnyh izdelij // Trudy Akademii tekhnicheskoy ehstetiki i dizajna. – 2017. – № 1. – S. 5–11.
23. Bizhuteriya na modnyh pokazah [Elektronnyj resurs] // Vogue. Rossiya. – Rezhim dostupa : [https://www.vogue.ru/fashion/trends/kakie\\_ukrasheniya\\_budut\\_samymi\\_modnymi\\_sleduyushchey\\_vesno\\_y](https://www.vogue.ru/fashion/trends/kakie_ukrasheniya_budut_samymi_modnymi_sleduyushchey_vesno_y) (data obrashcheniya: 01.12.2018).
24. Modnye ukrasheniya 2019 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://www.fashion-woman.com/stil-i-moda/tendencii/modnie-ukrasheniya-vesna-letno> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
25. Glavnye tendencii v bizhuterii [Elektronnyj resurs] // Zhenskij zhurnal Differed. – Rezhim dostupa : <https://differed.ru/moda/osen-zima/luchshie-zhenskie-aksessuary> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
26. Trendy v bizhuterii [Elektronnyj resurs] // Marieclaire.ru : onlajn-zhurnal. – Rezhim dostupa : <http://www.marieclaire.ru/moda/trendyi-v-detalyah-samyie-modnyie-aksessuaryi-vesnyi-i-leta-2019/> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
27. Modnye trendy v ukrasheniyah [Elektronnyj resurs] // SHkola shoppinga Tat'yany Timofeevoj. – Rezhim dostupa : <https://www.shoppingschool.ru/articles/obzor-ukrasheniya-osen-zima-2018.html> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
28. Glavnye trendy 2019 [Elektronnyj resurs] // Marieclaire.ru : onlajn-zhurnal. – Rezhim dostupa : <http://www.marieclaire.ru/moda/20-glavnyih-trendov-vesnyi-i-leta-2019-kotoryie-stanut-hitami-sezona> (data obrashcheniya: 01.12.2018).
29. Analiz sovremennoj mody [Elektronnyj resurs] // Baza znaniy Allbest. – Rezhim dostupa : [https://knowledge.allbest.ru/culture/2c0a65635a3ac69b4d43a88421316c26\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/culture/2c0a65635a3ac69b4d43a88421316c26_0.html) (data obrashcheniya: 01.12.2018).
30. Kolleksiya Balenciaga vesna – leto 2019 [Elektronnyj resurs] // Fashion-woman.com. – Rezhim dostupa : <https://www.fashion-woman.com/stil-i-moda/vysokaya-moda/kolleksiya-balenciaga-vesna-letno-2019> (data obrashcheniya: 01.12.2018).

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-34-37

17.00.06 Техническая эстетика и дизайн

УДК 687.01.671.1

**Денисова Вера Алексеевна**

магистрант

**Колодий-Тяжов Леонид Анатольевич**

кандидат экономических наук, доцент

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

denovera@yandex.ru, kolodiy-tyajow@yandex.ru

## СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В ДИЗАЙНЕ ЮВЕЛИРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

*В настоящей статье раскрывается понятие «тренд». Рассматриваются основные факторы, влияющие на формирование трендов и определяющие развитие модных течений в современном мире. Проведен анализ тенденций современного дизайна ювелирно-художественных изделий. Представлен краткий обзор направлений ювелирной моды прошлого и настоящего, выявлено их влияние на ассортимент современной ювелирной продукции с использованием передовых технологий и материалов. Проанализированы аспекты, влияющие на развитие стилей и направлений в современном ювелирном дизайне. Определены вкусовые предпочтения и потребительские характеристики основных целевых аудиторий. Рассмотрены методы прогнозирования тенденций ювелирной моды.*

**Ключевые слова:** мода, тренды, тенденции, ювелирно-художественные изделия, формирование трендов, ювелирный дизайн, тренд-аналитик.

В современном мире существуют научные представления о цикличности моды. Здесь ее часто определяют как повторяющееся изменение в выборе и предпочтениях. Это утверждение означает буквально следующее: большинство из того, что модно сегодня, обязательно было модным хотя бы один раз в прошлом. «Модное» и «старомодное» – это звенья цепи единого процесса. Потому в одном объекте модное всегда граничит с немодным и даже вульгарным. Эти крайности бросаются в глаза и дискредитируют поклонников и поклонниц моды в глазах общественности [1]. Мода меняется очень быстро, преобразования в ней зачастую слишком скоро оттесняют предыдущую моду, и потребитель не успевает оценить по достоинству ее работы.

Ювелирный дизайн на сегодняшний день предлагает необыкновенное разнообразие стилей и направлений, сплав традиций, технологий, обычаев и материалов [2]. Модный прогноз в ювелирной промышленности зависит от взаимодействия различных жизненных сфер и почти всегда сопряжен с трендами в одежде.

Прогнозирование моды в разы увеличивает шансы коллекций на коммерческий успех, а тренды все более точно определяют не только формы, но даже размер и цвет декора. Ювелирные изделия – это особый сегмент моды, и, очевидно, многие дизайнеры в своих разработках полагаются именно на тренд-буки (англ. *trend book* – книга тенденций). Это видно по неоднократно повторяющимся цветам и формам в коллекциях.

Так как же делаются прогнозы? Все, что нас окружает, может стать источником для нового тренда. Тенденции активно переходят из одной сферы в другую.

Тренд (англ. *trend* – тенденция [3]) – основная тенденция изменения чего-либо – это слово, которое в современном мире означает как «модный дизайн» или «уникальное предложение», так и просто изменение потребительского спроса. Текущему спросу следовать нельзя. Нет смысла вновь и вновь предлагать то, что уже находится в продаже или продано с большим успехом. Целевую аудиторию нужно увлекать за собой, иначе потенциал бренда иссякнет. Выявление тренда подразумевает математический и статистический анализ и методологию. Помимо сбора информации о среде, в которой формируется или внедряется тренд, используются методы экспертной оценки.

Хотя сейчас тренды возникают отовсюду, ранее картина складывалась иначе. В прошлом мода и тренды рождались среди элиты. То, что

носили королевы и актрисы Голливуда, становилось *en vogue* (фр. *en vogue* – модный). Этот процесс называется «эффектом просачивания к низам». Позднее, когда мода перестала существовать только для элиты, и *ready-to-wear* (англ. *ready-to-wear* – готовый к ношению) в определенной мере заменил *haute couture* (фр. *haute couture* – высокое шитье, высокая мода), делая моду более демократичной, мода и тренды начали появляться на улицах, в том числе и из субкультур. Этот эффект называется «просачиванием вверх». Сегодня, в эру информационного общества и глобализации, мы можем говорить об «эффекте просачивания вокруг», который означает продвижение моды горизонтально, между социальными группами и слоями.

Модными аналитиками становятся дизайнеры, у которых за плечами обширный опыт. В 1975 году Ли Эделькорт основала профессиональное тренд-бюро TrendUnion. На сегодняшний день это самое влиятельное агентство. Сначала бюро изучало только моду с подиума и улиц. Коренной перелом произошел в 1982 году, когда вышла книга «Мегатренды» Джона Нейсбита, которая произвела настоящий бум в сфере услуг. После ее выхода футурология превратилась из науки в бизнес – прогнозирование будущего.

Иногда тренд-бюро специализируются на конкретных тенденциях, а не на общих прогнозах. Например, фирма Pantone работает в области колористики. Эта компания выбирает цвет года и палитру сезона. В 2019 году они выбрали оттенок LivingCoral (коралловый оттенок с естественной мягкостью) [4]. В сезонном отчете представлено 12 акцентных цветов, а также четыре нейтральных базовых оттенка. Настроения сезона весна – лето 2019 года, по мнению Pantone, отражают желание видеть будущее в цветах, расширяющих возможности, придающих уверенности и душевных сил; цветах, поднимающих настроение; радостных оттенках, подходящих для самовыражения и ведущих к неожиданным и творческим комбинациям.

На формирование трендов оказывает влияние множество факторов. Тренд-аналитики оценивают социальные явления современного мира. Важнейшим пунктом является поп-культура. Это, во-первых, знаменитости, напрямую влияющие на умы масс, во-вторых, мероприятия, на которые знаменитости являются в определенном образе и с украшениями знаменитых ювелирных домов. На тренды влияет и другая часть поп-культуры – фильмы, музыка и искусство. Теперь покупают не просто одежду или аксессуары, а эстетику.

Модный прогноз в ювелирной промышленности всегда тесно связан с трендами в одежде.

В отличие от моды на одежду, прогнозы ювелирного рынка бывают, как правило, короткие, на 1–2 года. По причине высокой стоимости ювелирных украшений и специфики производства, тренды в ювелирную промышленность зачастую приходят с опозданием. Консервативные взгляды и жесткие рамки в процессе разработки дизайна вовсе не допускают некоторые тренды на ювелирный рынок [5].

Анализируя отчеты различных тренд-бюро и тренд-буков, можно выявить несколько ключевых тенденций в ювелирной моде 2019 года. Долгосрочный утилитарный тренд становится более изысканным, индустриальный стиль смягчается, актуален тонкий блеск и *handmade* (англ. *handmade* – ручной работы). Украшения выглядят вполне современно – крупные, необычные формы, активно используется металл и его имитация. Композиция украшений как будто умышленно «разбита и разрушена». Изделия в складках, словно выполненные из фольги, необработанные края; индустриальный стиль; мягкие серебряные и золотые оттенки. Актуальны многоярусные украшения, серьги-кольца и серьги длиной до плеч.

Главные тренды мужских украшений – кольца и браслеты. Кольца в последнее время становятся более крупными и проработанными, а браслеты создаются в дизайне, позволяющем носить сразу несколько для придания образу динамики. Более легкий и современный дизайн позволяет компоновать несколько украшений. Кроме того, мужчины все чаще покупают браслеты из драгоценных материалов.

Трансформация произошла и с брошами для галстуков. На красных ковровых дорожках все чаще можно наблюдать, как зажим для галстука носят на лацкане пиджака в виде броши-пина. В таком виде украшение одинаково подходит и мужчинам, и женщинам, и пары все

чаще выбирают одинаковые пины, чтобы подчеркнуть свое единство.

Женщины стали чаще выбирать более текстурированные поверхности и матовую обработку, в то время как мужчины все чаще предпочитают сияющие отполированные поверхности. На это смешение женских и мужских предпочтений скорее всего влияет распространение унисекс-украшений, не привязанных к гендеру. Миллениалы не так категоричны по вопросам гендера, как предыдущие поколения. Они не делают акцент на том, женский товар или мужской, поэтому в качестве еще одного тренда можно назвать универсальность украшений [6].

Прогнозирование трендов – сложный процесс, который формируется не только на мнениях и суждениях отдельных индивидов, а в частности на четких и точных исследованиях и расчетах, которые дадут в дальнейшем сформировать тренд таким образом, чтобы он стал массовым и популярным на рынке.

Знать тренды и иметь представление о прогнозировании тенденций – важнейшая задача для дизайнера ювелирных украшений. Точный и грамотный прогноз увеличивает шансы коллекции быть коммерчески успешной и актуальной в реалиях современной моды.

## ВЫВОДЫ

1. Тренды – важный аспект при проектировании украшений, влияющий на актуальность коллекции и ее привлекательность для покупателя.

2. Тенденции возникают отовсюду. Главные источники: знаменитости, поп-культура, различные модные мероприятия.

3. Модный прогноз в ювелирной промышленности всегда тесно связан с трендами в одежде, так как в гармоничном образе украшения должны сочетаться с одеждой.

4. Ключевая тема современных украшений – универсальность.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зяблова С. Л. Мода как форма рекламы [Электронный ресурс] // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы регион. науч.-практ. конф. / Костром. гос. ун-т. – Кострома, 2018. – С. 37–39. – 1 CD.
2. Алмазов Л. Мода и дизайн для стильной штучки [Электронный ресурс] // Ювелирные изделия. SaleoneНавигатор. – Ростов на/Дону, 2004. – Режим доступа : [http://jewel.saleone.ru/article.php?id\\_article=172&a=1](http://jewel.saleone.ru/article.php?id_article=172&a=1) (дата обращения: 14.01.2019).
3. Тренд [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B4> (дата обращения: 14.01.2019).
4. Кто предсказывает модные тренды [Электронный ресурс] // Vogue.UA. – Режим доступа : <https://vogue.ua/article/fashion/brend/kto-predskazyvaet-modnye-trendy.html> (дата обращения: 14.01.2019).

5. Jewelry trends 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://trends.jewelry/en/jewelry-trends-2019> (дата обращения: 14.01.2019).
6. GEM VISIONS 2019 [Электронный ресурс] // Swarovski-gemstones. – Режим доступа : <https://www.swarovski-gemstones.com/news/Inspirations.en.html> (дата обращения: 14.01.2019).

## REFERENCES

1. Zyablova S. L. Moda kak forma reklamy [Elektronnyj resurs] // Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij : materialy region. nauch.-prakt. konf. / Kostrom. gos. un-t. – Kostroma, 2018. – S. 37–39. – 1 CD.
2. Almazov L. Moda i dizajn dlya stil'noj shtuchki [Elektronnyj resurs] // YUvelirnnye izdeliya. SaleoneNavigator. – Rostov na/Donu, 2004. – Rezhim dostupa : [http://jewel.saleone.ru/article.php?id\\_article=172&a=1](http://jewel.saleone.ru/article.php?id_article=172&a=1) (data obrashcheniya: 14.01.2019).
3. Trend [Elektronnyj resurs] // Vikipediya. – Rezhim dostupa : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B4> (data obrashcheniya: 14.01.2019).
4. Kto predskazyvaet modnye trendy [Elektronnyj resurs] // Vogue.UA. – Rezhim dostupa : <https://vogue.ua/article/fashion/brend/kto-predskazyvaet-modnye-trendy.html> (data obrashcheniya: 14.01.2019).
5. Jewelry trends 2019 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://trends.jewelry/en/jewelry-trends-2019> (data obrashcheniya: 14.01.2019).
6. GEM VISIONS 2019 [Elektronnyj resurs] // Swarovski-gemstones. – Rezhim dostupa : <https://www.swarovski-gemstones.com/news/Inspirations.en.html> (data obrashcheniya: 14.01.2019).

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-38-41

05.02.00 Машиностроение и машиноведение

УДК 677.02.001.05

**Махаммадиев Зафар Облакулович**

старший преподаватель

**Касимов Аброр Алиёрович**

ассистент

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

maxammadiyevzafar@mail.ru, AbrorKasimov8905@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА НОЖА КРАЕОБМЕТОЧНОЙ МАШИНЫ

*Предложена конструкция привода верхнего подвижного ножа краеобметочной машины швейного производства. Привод обеспечивает практически линейную и вертикальную траекторию движения ножа на участке резания, что позволяет получить более качественный рез материала. Проведен кинематический анализ предложенного механизма с использованием пакета прикладных программ Maple. В результате анализа получены зависимости перемещения ножа и силы инерции за один оборот ведущего кривошипа. Экспериментально определены зависимости силы резания хлопчатобумажных тканей от их толщины и угла заточки ножей. Установлено, что сила инерции, действующая на верхний подвижный нож, на порядок меньше сил резания. Проведена оценка сил трения, действующих на подвижный нож. Даны рекомендации по выбору расчетной нагрузки для проведения силового анализа механизма привода подвижного ножа краеобметочных машин.*

**Ключевые слова:** *краеобметочная машина, подвижный нож, сила резания, сила инерции, угол заточки ножа, траектория ножа, кинематический анализ.*

Изучение и анализ литературных источников [1, 2] показал, что для различных по плотности и толщине материалов радиус траектории движения рычага подвижного ножа должен быть разным. Там же отмечено, что при резании края материала на качество и точность резания влияют радиус поворота рычага ножа и положение верхнего ножа относительно нижнего. Чтобы обеспечить линейность разрезания материала, нужно создать такой механизм, чтобы в момент опускания верхнего ножа его движение было приближено к вертикали.

Схема предлагаемого механизма приведена на рис. 1. На пальце 3 подвижно устанавливается рычаг 2 подвижного ножа. Передняя часть рычага 2 подвижного ножа выполнена в виде вилочки, на которой располагается винтовая шпилька 4. Она фиксирует держатель 8 ножа в приливах рычага 2. В винтовой шпильке относительно подвижно установлено кольцо 6, положение которого фиксируется упорным винтом 7.

Между кольцом 6 и левой стенкой вилочки рычага 2 расположена цилиндрическая пружина сжатия 5, которая надета на винтовую

шпильку 4. Подвижный (верхний) нож 9 установлен в приливах держателя 8 и закрепляется винтовой шпилькой 4.

На главном валу 1 машины установлен эксцентрик 12, поверхность которого охватывается нижней разъемной головкой шатуна 11. Верхняя головка шатуна 11 подвижно надевается на палец 3, неподвижно закрепленный на рычаге 2 верхнего ножа 9. Нижний нож 10 крепится неподвижно на станине машины.

Схема механизма ножа в момент резания материала представлена на рис. 2. Исходя из геометрии его положения, установим связь между углом поворота коромысла  $OC$  и кривошипа  $OA$ . Введем обозначения:  $O_1B = a$ ,  $OA = R$ ,  $O_1D = L$ ,  $AB = l$ ,  $OD = b$ ,  $\varphi = \omega t$ , где  $\omega$  – угловая скорость кривошипа  $OA$ .

Пользуясь рис. 1, находим, что

$$AE = R \sin \varphi,$$

$$DE = OD - OE = b - R \cos \varphi,$$

$$O_1K = O_1D - AE = L - R \sin \varphi.$$

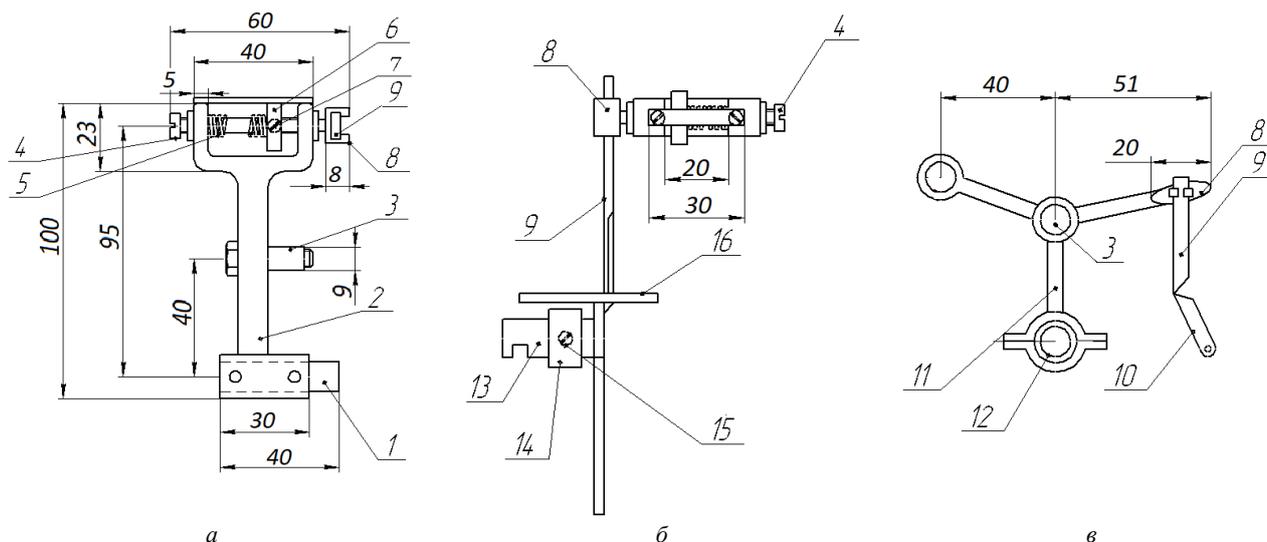


Рис. 1. Схема предлагаемого механизма ножа:

а – вилочный рычаг; б – вид ножей спереди; в – структурная схема механизма разрезания ткани

Из прямоугольного треугольника  $O_1NA$  находим

$$C = O_1A = \sqrt{(AN)^2 + (O_1N)^2} = \sqrt{(L - R \sin \varphi)^2 + (b - R \cos \varphi)^2}.$$

Пользуясь теоремой косинусов, из треугольника  $AO_1B$  находим косинус угла  $\gamma$ :

$$\cos \gamma = \frac{a^2 + c^2 - l^2}{2ac}, \quad (1)$$

из прямоугольного треугольника  $AO_1N$  имеем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AN}{O_1N} = \frac{O_1K}{AK} = \frac{L - R \sin \varphi}{b - R \cos \varphi}. \quad (2)$$

Таким образом, угол поворота коромысла  $O_1M$  определяется по формуле

$$\psi = \gamma - \alpha = \arccos \frac{a^2 + c^2 - l^2}{2ac} - \operatorname{arctg} \frac{L - R \sin \varphi}{b - R \cos \varphi}. \quad (3)$$

Траектория элемента ножа описывается окружностью:

$$x = O_1M \cos \psi,$$

$$y = O_1M \sin \psi.$$

Сила, действующая на этот элемент, определяется по закону Ньютона:

$$P = m \ddot{\varphi} O_1M = m(\ddot{\gamma} - \ddot{\alpha}) O_1M, \quad (4)$$

где  $m$  – масса ножа, приведенная к точке  $M$ .

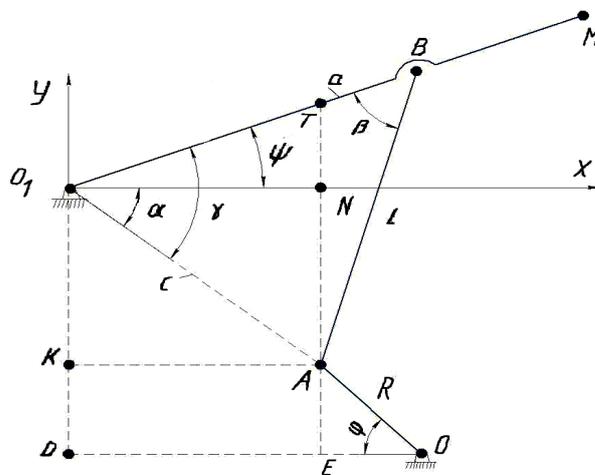


Рис. 2. Схема предлагаемого механизма ножа краеобметочных машин швейного производства

Решение полученных уравнений производилось с использованием прикладной программы Maple. В качестве данных для расчета использовались следующие величины:  $R = 5$  мм,  $a = 50$  мм,  $L = 40$  мм,  $l = 40$  мм,  $b = 40$  мм,  $\omega = 3500$  об/мин.

Полученные зависимости изменения от времени хода ножа и силы инерции, действующей на нож, приведены на рис. 3.

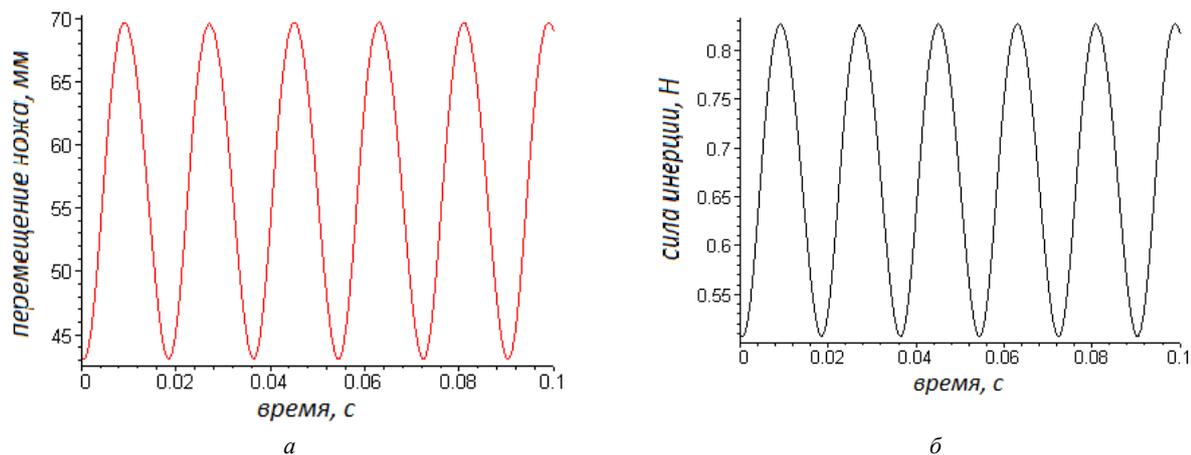


Рис. 3. Графики изменения перемещения верхнего ножа (а) и силы инерции (б), действующей на нож

Также экспериментально исследовали закономерность изменения усилия резания  $Q$  материала в зависимости от толщины материала ( $s = 1,5...4,5$  мм) и угла заточки верхнего ножа ( $\varphi = 5^\circ...15^\circ$ ) (рис. 4).

При разрезании края хлопчатобумажных материалов толщиной от 1,5 до 4,5 мм усилие разрезания находится в пределах 10,1...28,9 сН.

Из приведенных графиков (см. рис. 4) видно, что силы инерции на порядок меньше сил резания и при расчетах элементов механизма на прочность могут не учитываться.

Силы трения, действующие на верхний нож при его движении, можно рассчитать, зная силу прижима его к нижнему ножу. Для краеобметочной машины эта сила составляет около

5 Н. Принимая коэффициент трения стали по стали без смазки 0,3, получим, что сила трения составляет 1,5 Н.

Таким образом, максимальная сила, действующая на верхний нож, составляет около 32 Н.

#### ВЫВОДЫ

1. Предложен механизм привода подвижного ножа краеобметочной машины, обеспечивающий практически вертикальную траекторию его движения в момент резания.

2. Проведен анализ сил сопротивления, действующих на подвижный нож. Показано, что силами инерции при силовом анализе можно пренебречь.

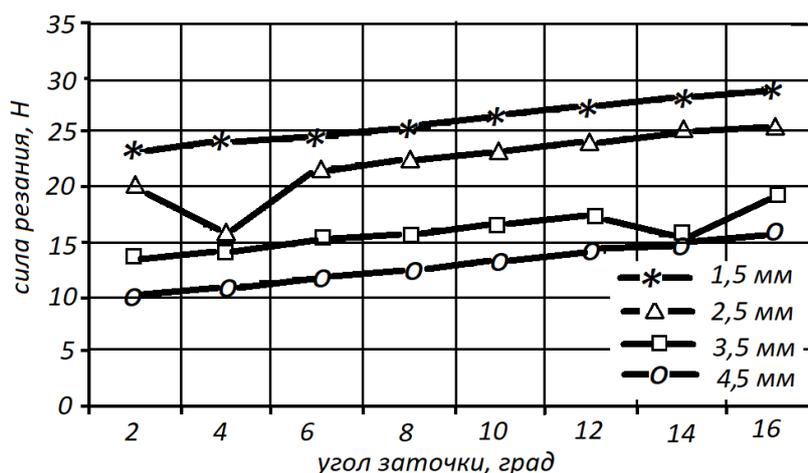


Рис. 4. Графики зависимости усилий разрезания материала от угла заточки верхнего ножа

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование и расчет машин обувных и швейных производств : учеб. пособие для вузов по специальности «Машины и аппараты легкой промышленности» / А. И. Комиссаров, В. В. Жуков, В. М. Никифоров, В. В. Сторожев. – Москва : Машиностроение, 1978. – 431 с.

2. Машины, машины-автоматы и автоматические линии легкой промышленности : учебник для вузов / А. А. Анастасиев, Н. Н. Архипов, А. Н. Жаров, В. П. Корнилов, В. В. Сторожев. – Москва : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. – 352 с.

## REFERENTS

1. Proektirovanie i raschet mashin obuvnyh i shvejnyh proizvodstv : ucheb. posobie dlya vuzov po special'nosti «Mashiny i apparaty legkoj promyshlennosti» / A. I. Komissarov, V. V. Zhukov, V. M. Nikiforov, V. V. Storozhev. – Moskva : Mashinostroenie, 1978. – 431 s.
2. Mashiny, mashiny-avtomaty i avtomaticheskie linii legkoj promyshlennosti : uchebnik dlya vuzov / A. A. Anastasiev, N. N. Arhipov, A. N. Zharov, V. P. Kornilov, V. V. Storozhev. – Moskva : Leg. i pishch. prom-st', 1983. – 352 s.

DOI 10.34216/2587-6147-2019-2-44-41-47

05.02.13 Машины, агрегаты и процессы (текстильная и легкая промышленность)

УДК 621.855.74

**Палочкин Сергей Владимирович**

доктор технических наук, профессор

**Карнаухов Максим Алексеевич**

магистрант

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

palnigs@mail.ru, maxkarn@mail.ru

**ДЕМПФИРОВАНИЕ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ  
В ЛИНЕЙНОЙ МУФТЕ СО ЗМЕЕВИДНОЙ ПРУЖИНОЙ**

*Работа посвящена аналитическому исследованию демпфирования крутильных колебаний в линейных муфтах со змеевидной пружиной, широко используемых в приводах стационарных машин различного отраслевого назначения при малых диапазонах регулирования скоростей и передаваемых нагрузок. Рассмотрен характерный для привода машины случай крутильных гармонических колебаний соединяемых муфт валов, связанный с их закручиванием из-за дисбаланса присоединенных деталей. Показано, что рассеяние значительной части энергии таких колебаний происходит в основном вследствие потерь на трение скольжения в контактах змеевидной пружины с зубьями полумуфт. Получены расчетные формулы для определения диссипативных характеристик муфты в виде абсолютного рассеяния энергии за цикл рассматриваемых колебаний и коэффициента поглощения, позволяющие оценить влияние параметров муфты и колебательного процесса на ее демпфирующие свойства. Результаты работы могут быть использованы при исследованиях динамики приводов, в состав которых входят рассматриваемые муфты.*

**Ключевые слова:** привод машины, крутильные колебания, демпфирование колебаний, муфта со змеевидной пружиной, постоянная крутильная жесткость, трение скольжения в сжатом контакте, рассеяние энергии колебаний за цикл, коэффициент поглощения.

Способность демпфирования колебаний является до настоящего времени наименее изученным свойством колебательных систем различных машин. При этом знание диссипативных свойств конструкции необходимо для практических расчетов виброустойчивости машины и разработки методов ее повышения.

Результаты исследований, выполненных во второй половине прошлого столетия таким известными отечественными учеными, как Я. Г. Пановко, Д. Н. Решетов, Г. И. Писаренко, а также их учениками и коллегами, составляют

достаточно большую базу расчетно-экспериментальных данных для определения рассеяния энергии колебаний в конструкционных материалах, а также в контактах соединений деталей и узлов общемашиностроительного использования. Краткие обзоры этих данных приведены в литературе [1, 2].

Современные исследования в этой области, дополняющие и расширяющие указанную базу, проводятся, как правило, применительно к конкретным конструкциям узлов и механизмов машин различных отраслей промышленности, например, таких как: аэрокосмическая промышленность [3, 4], подъемно-транспортное

и сельскохозяйственное машиностроение [5–8], текстильная промышленность [9–13] и др.

Одними из широко распространенных узлов приводов общемашиностроительного назначения являются упругие компенсирующие муфты. При этом, если демпфирующие способности муфт с упругими неметаллическими элементами достаточно хорошо исследованы в работах известных отечественных ученых Д. Н. Решетова и О. А. Ряховского [14, 15] и др., то изучению диссипативных свойств муфт с упругими металлическими элементами посвящено гораздо меньшее число исследований [2, 16], результаты которых не охватывают всю группу таких муфт и носят в основном экспериментальный характер [17, 18].

В связи с этим работа, посвященная изучению демпфирования крутильных колебаний в муфтах с упругим металлическим элементом в виде змеевидной пружины, является актуальной и практически значимой.

Муфты со змеевидной пружиной (МЗП) являются наиболее совершенными из муфт с металлическими упругими элементами, так как при одинаковой нагрузочной способности обладают наименьшими габаритами и массой по сравнению с другими типами этих муфт. Они широко применяются в тяжелом машиностроении (прокатные станы, паровые турбины и т. д.) и станкостроении. Например, муфты известной шведской фирмы SKF [19] работают при диапазоне номинальных моментов от 52 до 932 000 Н·м

и соответствующих им допустимым скоростям вращения от 4500 до 540 об/мин. При этом МЗП достаточно податливы и допускают смещения валов: осевые от 4 до 20 мм, радиальные от 0,5 до 3 мм, угловые до  $1,25^\circ$ , а также углы закручивания до  $1,2^\circ$ . К недостаткам муфты следует отнести сложность изготовления пружин.

Внешний вид и конструктивная схема муфты представлены на рис. 1.

Муфта состоит из ведущей 1 и ведомой 2 зубчатых полумуфт, змеевидной пружины 3, передающей нагрузку между полумуфтами, полукожухов 4 и 5, осуществляющих осевую и радиальную фиксацию пружины и соединенных винтами 6, а также двух уплотнений 7, служащих для удержания пластичной смазки в полости кожуха. Профилированием боковых рабочих поверхностей зубьев можно создать муфты как постоянной, так и переменной жесткости.

Муфты постоянной жесткости, то есть линейные муфты, применяются, как правило, в приводах стационарных машин с малыми диапазонами регулирования скоростей и передаваемых нагрузок. Зубья таких муфт имеют профиль, очерченный отрезками прямых линий (рис. 2). При передаче окружной нагрузки  $F_t$  полумуфты закручиваются друг относительно друга, и витки пружины, упруго изгибаясь, проскальзывают относительно вершин зубьев полумуфт. Расстояние  $2a$  между точками контакта передающей нагрузку пружины и вершинами зубьев остается постоянным.



Рис. 1. Внешний вид (а) и схема (б) муфты со змеевидной пружиной

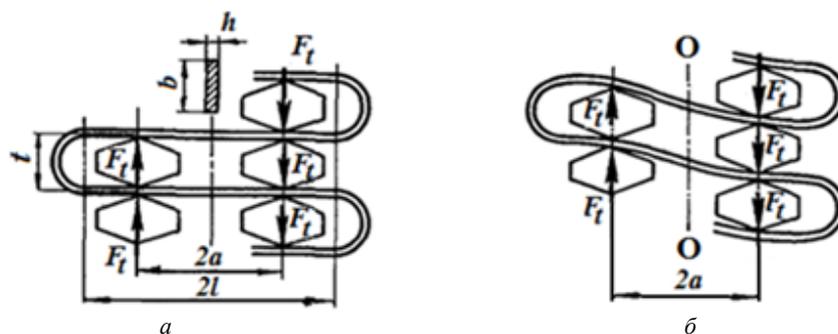


Рис. 2. Профиль зубьев муфты:  
а – без нагрузки ( $F_t = 0$ ); б – под нагрузкой ( $F_t > 0$ )

Зависимость между передаваемым вращающим моментом  $T$  и углом закручивания  $\varphi$  полумуфт определяется выражением

$$T = c\varphi, \tag{1}$$

где  $c$  – постоянная крутильная жесткость муфты [20], равная

$$c = \frac{3EJzD_{cp}^2}{a^2(24l - 16a + 3\pi t)}; \tag{2}$$

$E$  – модуль упругости материала пружины;  
 $J = bh^3/12$  – момент инерции поперечного сечения пружины;

$z$  – число зубьев каждой из полумуфт;

$a, l, t, D_{cp}, b, h$  – геометрические параметры муфты (см. рис. 1, 2).

При разработке математической модели рассеяния энергии крутильных колебаний в рассматриваемой муфте приняты следующие допущения:

- трение в контактах змеевидной пружины с зубьями полумуфт определяется законом Кулона – Амонтона;
- потери энергии колебаний в муфте на трение при проскальзываниях в контактах пружины с зубьями полумуфт существенно выше рассеяния энергии на контактные деформации их сопряженных поверхностей;
- в связи с малыми углами закручивания полумуфт кривизна витка пружины на участке между точками его контакта с вершина-

ми их зубьев при передаче нагрузки невелика и в расчетах не учитывается.

Уравнение гармонических крутильных колебаниях муфты имеет вид

$$\varphi = \varphi_0 + \varphi_a \sin(\omega t), \tag{3}$$

где  $\varphi_0$  – средний за цикл колебаний угол относительного закручивания полумуфт при передаче номинального вращающего момента  $T_0$ ;

$\varphi_a$  – амплитудный угол колебаний;

$\omega$  – частота колебаний;

$t$  – время.

Сила трения  $F_{тр}$  в единичном контакте пружины с вершиной зуба полумуфты составляет

$$F_{тр} = fF_0 = f \frac{2T_0}{zD_{cp}}, \tag{4}$$

где  $F_0 = \frac{2T_0}{zD_{cp}}$  – среднее за цикл колебаний

значение нормальной силы в контакте зуба с пружиной, равное окружной силе от момента  $T_0$ ;

$f$  – коэффициент трения скольжения в контакте зуба и пружины.

Для определения проскальзывания в единичном контакте пружины с зубом за четверть цикла колебаний рассмотрим расчетную схему на рис. 3.

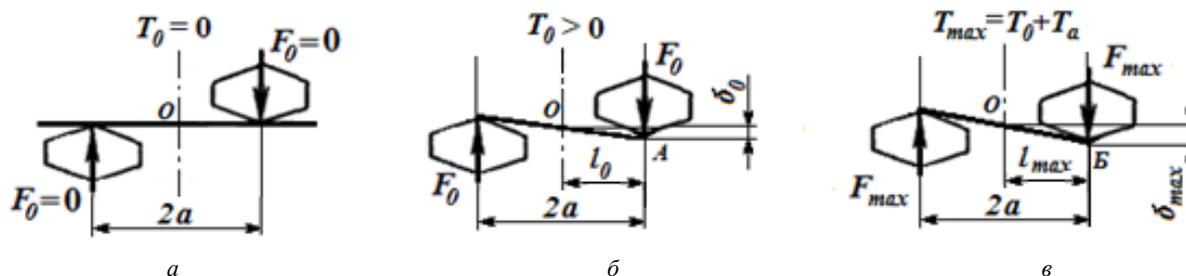


Рис. 3. Расчетная схема

При передаче муфтой вращающего момента происходит смещение зубьев относительно исходного положения при  $T_0$  (см. рис. 3а) в плоскости, перпендикулярной оси вращения муфты по дуге окружности с диаметром  $D_{cp}$  (см. рис. 1).

При среднем за цикл колебаний моменте  $T_0 > 0$  смещение  $\delta_0$  (см. рис. 3б) равно

$$\delta_0 = 0,5D_{cp}\varphi_0. \tag{5}$$

При максимальном за цикл колебаний моменте  $T_{max} = T_0 + T_a$ , где  $T_a$  – амплитуда момента,

соответственно, смещение  $\delta_{max}$  (см. рис. 3в) составит

$$\delta_{max} = 0,5D_{cp}(\varphi_0 + \varphi_a). \tag{6}$$

При этом проскальзывание  $s$  в контакте за четверть цикла колебаний можно рассчитать как

$$s = l_{max} - l_0 = \sqrt{a^2 + \delta_{max}^2} - \sqrt{a^2 + \delta_0^2}, \tag{7}$$

где  $l_0$  и  $l_{max}$  – длины прямолинейных отрезков ОА и ОБ (см. 3б, в).

Подставив (5) и (6) в (7) и проведя необходимые преобразования, окончательно имеем:

$$s = a \left[ \sqrt{1 + \left[ \frac{0,5 D_{cp} (\varphi_0 + \varphi_a)}{a} \right]^2} - \sqrt{1 + \left[ \frac{0,5 D_{cp} \varphi_0}{a} \right]^2} \right]. \quad (8)$$

Рассеяние энергии крутильных колебаний  $W$  за полный цикл в муфте с учетом общего числа контактов пружины с зубьями обеих полумуфт можно рассчитать как

$$W = 2z F_{TP} 4s. \quad (9)$$

После подстановки (4) с учетом (1) в (9), получаем

$$W = 16 f c \varphi_0 \frac{s}{D_{cp}}. \quad (10)$$

Максимальная потенциальная энергия пружины линейной муфты за цикл крутильных колебаний составляет

$$E = 0,5 T_a \varphi_a, \quad (11)$$

где с учетом (1) амплитуда колебаний вращающего момента равна

$$T_a = c \varphi_a. \quad (12)$$

После подстановки (12) в (11) имеем известное выражение

$$E = 0,5 c \varphi_a^2. \quad (13)$$

Согласно [1] коэффициент поглощения (относительное рассеяние) определяется по формуле

$$\psi = \frac{W}{E}. \quad (14)$$

Подставляя (10) и (13) в (14), после выполнения необходимых преобразований получаем формулу

$$\psi = 32 f \frac{s}{D_{cp}} \frac{\varphi_0}{\varphi_a^2}. \quad (15)$$

Для определения влияния параметров муфты и колебательного процесса на демпфирующую способность муфты на базе полученных формул (10) и (15) были проведены чис-

ленные расчеты  $W$  и  $\psi$ . В качестве исходных данных при выполнении численных расчетов были приняты следующие параметры муфты SKF Couplings Grid типа 1020TGV [19]:

- $T_{\max} = 52$  Н·м – номинальный вращающий момент муфты;
- $z = 28$  – число зубьев каждой из полумуфт;
- $D_{cp} = 53$  мм,  $l = 17$  мм,  $t = 5,5$  мм,  $2a = 12 \dots 15$  мм,  $b = 5$  мм,  $h = 2$  мм – геометрические характеристики (см. рис. 1, 2) по опытным замерам;
- $J = 3,333$  мм<sup>4</sup> – момент инерции поперечного сечения пружины;
- $f = 0,05 \dots 0,1$  – коэффициент трения скольжения в контактах пружины с зубьями полумуфт [21].

При этом были установлены следующие ограничения по выбору диапазонов варьирования параметрами муфты и колебательного процесса:

$$0 < T_0 \leq \frac{T_{\max}}{K_d} = \frac{52}{1,3} = 40 \text{ Н·м} \text{ – средний за}$$

цикл крутильных колебаний вращающий момент муфты;

$$\varphi_0 \leq \frac{T_0}{c} \text{ – средний за цикл колебаний}$$

угол закручивания полумуфт;

$$0 < T_a \leq T_{\max} - T_0 = 52 - 40 = 12 \text{ Н·м} \text{ – амплитуда колебаний вращающего момента муфты;}$$

$$\varphi_a \leq \frac{T_0}{c} \text{ – амплитуда колебаний угла за}$$

закручивания полумуфт;

$$6 \text{ мм} \leq a \leq 7,5 \text{ мм} \text{ – половина расстояния между контактами пружины с противоположными зубьями полумуфт.}$$

Результаты численных расчетов представлены на рис. 4 в виде зависимостей  $W = W(\varphi_0, \varphi_a, a)$ , а также на рис. 5 в виде зависимостей  $\psi = \psi(\varphi_0, \varphi_a, a)$ .

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель демпфирования крутильных колебаний в муфте постоянной жесткости и выведены инженерные формулы (10) и (15) для определения его характеристик в виде рассеяния энергии  $W$  колебаний за цикл и коэффициента поглощения  $\psi$ .

2. Анализ полученных формул и выполненных на их базе результатов численных расчетов параметров  $W$  и  $\psi$  для опытного образца муфты SKF Grid типа 1020TVG показал:

- рассеяние энергии  $W$  колебаний за цикл возрастает с увеличением расстояния  $2a$  между вершинами боковых граней противоположных зубьев полумуфт, номинального угла  $\varphi_0$  закручивания полумуфт и амплитуды  $\varphi_a$  его колебаний, достигая значений 10...15 Н·мм;
- коэффициенты поглощения  $\psi$  также возрастают с увеличением расстояния  $2a$  и угла  $\varphi_0$ , однако при этом они уменьша-

ются с ростом амплитуды  $\varphi_a$ , располагаясь в диапазоне  $\psi = 0,07 \dots 0,9$ .

3. Полученные расчетные значения  $\psi$  подтверждают адекватность разработанной математической модели, так как они достаточно хорошо совпадают с обобщенными экспериментальными данными [5], где указано, что коэффициенты поглощения в муфтах со змеевидной пружиной достигают значений  $\psi = 0,5 \dots 0,6$ , а также с данными исследования [6], согласно которым  $\psi = 0,13 \dots 0,52$ .

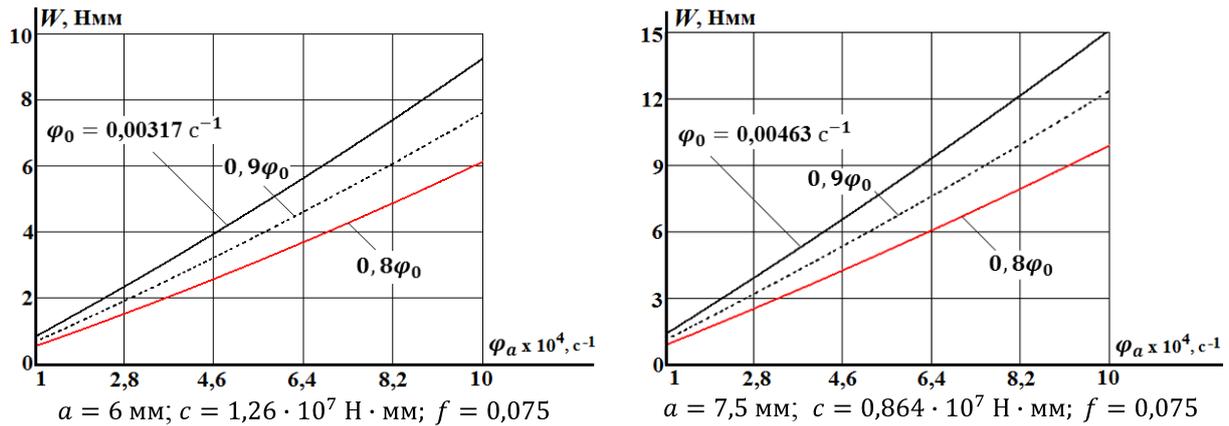


Рис. 4. Зависимость рассеяния энергии крутильных колебаний от угла закручивания полумуфт

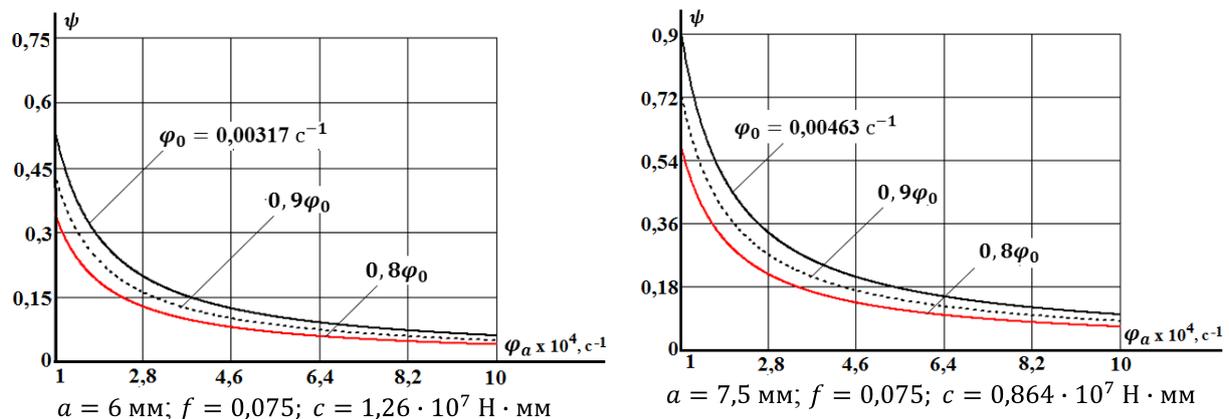


Рис. 5. Зависимость коэффициента поглощения от угла закручивания полумуфт

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вибрации в технике : справочник. В 6 т. / ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). – Москва : Машиностроение, 1981. – Т. 6. Защита от вибраций и ударов / под ред. К. В. Фролова, 1981. – 456 с.
2. Палочкин С. В. Исследование и расчет демпфирования колебаний в контактах деталей машин : дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 1983. – 198 с.
3. Палочкин С. В., Рудовский П. Н. Демпфирование колебаний тарельчатыми пружинами // Вестник машиностроения. – 2018. – № 8. – С. 11–17.
4. Яковкин В. Н., Бессчетнов В. А. Расчет демпфирующей способности тарельчатого демпфера для конической шестерни коробки приводов газотурбинного двигателя [Электронный ресурс] // Труды МАИ : электрон. науч. журн. – 2014. – № 76. – Режим доступа : <http://www.mai.ru/science/trudy/> (дата обращения: 10.12.2015).

5. Басов Г. Г., Нестеренко В. И., Бурка М. Л. Теоретические и экспериментальные исследования демпфирования в рессорном подвешивании тягового подвижного состава // Наука та прогрес транспорту. – 2006. – № 12. – С. 113–118.
6. Осипова Т. Н., Родионов Л. А. Коэффициент диссипации тарельчатого демпфирующего устройства применительно к подъемникам [Электронный ресурс] // MODERN DIRECTIONS OF THEORETICAL AND APPLIED RESEARCHES, 2015. – Режим доступа : <http://www.sworld.education/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2015> (дата обращения: 11.09.2016).
7. Алексеев В. И., Палочкин С. В. Рассеяние энергии крутильных колебаний в цепных передачах приводов машин // Современные проблемы теории машин. – 2017. – № 5. – С. 49–53.
8. Палочкин С. В., Алексеев В. И. Рассеяние энергии малых поперечных колебаний ветви цепной передачи вследствие контактных деформаций в шарнирах цепи // Технологии и качество. – 2018. – № 2(40). – С. 23–27.
9. Колягин А. Ю., Палочкин С. В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в крутильно-мотальном механизме // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – № 2С(315). – С. 91–95.
10. Лабай Н. Ю., Рудовский П. Н., Палочкин С. В. Расчет рассеяния энергии колебаний в цилиндрической текстильной паковке с параллельной намоткой нити // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 4(333). – С. 61–65.
11. Лабай Н. Ю., Палочкин С. В. Экспериментальные исследования демпфирования колебаний в приемно-намоточном механизме // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 2(344). – С. 121–125.
12. Демпфирование колебаний в цилиндрическом теле намотки при изгибе оправки / П. Н. Рудовский, С. В. Палочкин, А. Ю. Колягин, Н. Ю. Лабай // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 5(326). – С. 95–100.
13. Диссипативные свойства текстильных паковок / П. Н. Рудовский, С. В. Палочкин, А. Ю. Колягин, Н. Ю. Лабай. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2016. – 83 с.
14. Решетов Д. Н., Ряховский О. А. Исследование демпфирующих свойств муфт с немагнитическими упругими элементами // Известия вузов. Машиностроение. – 1966. – № 5. – С. 30–32.
15. Ряховский О. А. Разработка конструкций, исследования, расчеты и стандартизация муфт с немагнитическими упругими элементами : дис. ... д-ра техн. наук. – Москва, 1985. – 302 с.
16. Решетов Д. Н., Палочкин С. В. Демпфирование колебаний в компенсирующих муфтах // Известия вузов. Машиностроение. – 1981. – № 12. – С. 13–18.
17. Решетов Д. Н. Детали машин. – Москва : Машиностроение, 1989. – 496 с.
18. Decker K.-H. Maschinenelemente. Funktion, Gestaltung und Berechnung. – München : Carl Hanser Verlag, 2007. – 799 s.
19. SKF Couplings. PUB PT/P1 15822/2 EN January 2018 [Electronic resource]. – Mode of access : [https://www.skf.com/binary/tcm:12-317965/SKF%20Couplings%20-%2015822\\_2%20EN\\_tcm\\_12-317965.pdf](https://www.skf.com/binary/tcm:12-317965/SKF%20Couplings%20-%2015822_2%20EN_tcm_12-317965.pdf) (дата обращения: 25.01.2019).
20. Ряховский О. А., Иванов С. С. Справочник по муфтам. – Ленинград : Политехника, 1994. – 384 с.
21. Крагельский И. В., Виноградова И. Э. Коэффициенты трения : справ. пособие. – Москва : Машгиз, 1962. – 220 с.

#### REFERENCES

1. Vibracii v tekhnike : spravochnik. V 6 t. / red. sovet: V. N. Shelomej (pred.). – Moskva : Mashinostroyeniye, 1981. – T. 6. Zashchita ot vibracij i udarov / pod red. K. V. Frolova, 1981. – 456 s.
2. Palochkin S. V. Issledovanie i raschet dempfirovaniya kolebanij v kontaktah detalej mashin : dis. ... kand. tekhn. nauk. – Moskva, 1983. – 198 s.
3. Palochkin S. V., Rudovskij P. N. Dempfirovanie kolebanij tarel'chatymi pruzhinami // Vestnik mashinostroyeniya. – 2018. – № 8. – S. 11–17.
4. Yakovkin V. N., Besschetnov V. A. Raschet dempfiruyushchej sposobnosti tarel'chatogo dempfera dlya konicheskoy shesterni korobki privodov gazoturbinnogo dvigatelya [Elektronnyj resurs] // Trudy MAI : elektron. nauch. zhurn. – 2014. – № 76. – Rezhim dostupa : <http://www.mai.ru/science/trudy/> (data obrashcheniya: 10.12.2015).

5. Basov G. G. Nesterenko V. I., Burka M. L. Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya dempfirovaniya v ressonnom podveshivanii tyagovogo podvizhnogo sostava // Nauka ta progres transportu. – 2006. – № 12. – С. 113–118.
6. Osipova T. N., Rodionov L. A. Koefficient dissipacii tarel'chatogo dempfiruyushchego ustrojstva primenitel'no k pod'emnikam [Elektronnyj resurs] // MODERN DIRECTIONS OF THEORETICAL AND APPLIED RESEARCHES, 2015. – Rezhim dostupa : <http://www.sworld.education/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2015> (data obrashcheniya: 11.09.2016).
7. Alekseev V. I., Palochkin S. V. Rasseyanie energii krutil'nyh kolebanij v cepnyh peredachah privodov mashin // Sovremennye problemy teorii mashin. – 2017. – № 5. – С. 49–53.
8. Palochkin S. V., Alekseev V. I. Rasseyanie energii malyh poperechnykh kolebanij vetvi cepnoj peredachi vsledstvie kontaknykh deformacij v sharnirah cepi // Tekhnologii i kachestvo. – 2018. – № 2(40). – С. 23–27.
9. Kolyagin A. Yu., Palochkin S. V. Eksperimental'nye issledovaniya dempfirovaniya kolebanij v krutil'nomotal'nom mekhanizme // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2009. – № 2S(315). – С. 91–95.
10. Labaj N. Yu., Rudovskij P. N., Palochkin S. V. Raschet rasseyaniya energii kolebanij v cilindricheskoj tekstil'noj pakovke s parallel'noj namotkoj niti // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2011. – № 4(333). – С. 61–65.
11. Labaj N. Yu., Palochkin S. V. Eksperimental'nye issledovaniya dempfirovaniya kolebanij v priemno-namotochnom mekhanizme // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2013. – № 2(344). – С. 121–125.
12. Dempfirovanie kolebanij v cilindricheskom tele namotki pri izgibe opravki / P. N. Rudovskij, S. V. Palochkin, A. Yu. Kolyagin, N. Yu. Labaj // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2010. – № 5(326). – С. 95–100.
13. Dissipativnye svoystva tekstil'nykh pakovok / P. N. Rudovskij, S. V. Palochkin, A. Yu. Kolyagin, N. Yu. Labaj. – Kostroma : Izd-vo Kostrom. gos. tekhnol. un-ta, 2016. – 83 s.
14. Reshetov D. N., Ryahovskij O. A. Issledovanie dempfiruyushchih svoystv muft s nemetallicheskimii uprugimi elementami // Izvestiya vuzov. Mashinostroenie. – 1966. – № 5. – С. 30–32.
15. Ryahovskij O. A. Razrabotka konstrukcij, issledovaniya, raschety i standartizaciya muft s nemetallicheskimii uprugimi elementami : dis. ... d-ra tekhn. nauk. – Moskva, 1985. – 302 s.
16. Reshetov D. N., Palochkin S. V. Dempfirovanie kolebanij v kompensiruyushchih muftah // Izvestiya vuzov. Mashinostroenie. – 1981. – № 12. – С. 13–18.
17. Reshetov D. N. Detali mashin. – Moskva : Mashinostroenie, 1989. – 496 s.
18. Decker K.-H. Maschinenelemente. Funktion, Gestaltung und Berechnung. – München : Carl Hanser Verlag, 2007. – 799 s.
19. SKF Couplings. PUB PT/P1 15822/2 EN January 2018 [Electronic resource]. – Mode of access : [https://www.skf.com/binary/tcm:12-317965/SKF%20Couplings%20-%2015822\\_2%20EN\\_tcm\\_12-317965.pdf](https://www.skf.com/binary/tcm:12-317965/SKF%20Couplings%20-%2015822_2%20EN_tcm_12-317965.pdf) (data obrashcheniya: 25.01.2019).
20. Ryahovskij O. A., Ivanov S. S. Spravochnik po muftam. – Leningrad : Politekhnik, 1994. – 384 s.
21. Kragel'skij I. V., Vinogradova I. E. Koefficienty treniya: sprav. posobie. – Moskva : Mashgiz, 1962. – 220 s.

## SUMMARY

### TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS

**Isroilov A. H., Zhukov V. I.**

Kostroma State University, Kostroma, Russia  
isroilov-azamat@mail.ru, zhukov\_v\_i\_51@mail.ru

#### PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF ALL-FLAX YARN OF ULTRA-LOW LINEAR DENSITY

*Russian textile industry is poorly developed. In particular, linen industry is poorly supplied with raw material. This is most likely due to the low level of flax fibre production which is, in turn, due to a decrease in land under crops and poor crop capacity. To date, the main task the linen industry faces is creation of reliable Russian raw material base for flax processing enterprises. The paper discusses the main characteristics and properties of linen products. The technology used and the existing level of raw materials allows producing yarns of average linear density and thickness. However, what is of great interest, is extremely fine yarn that allows producing thin fabric such as cambric. This article proposes production of linen yarn of ultra-low linear density by means of a modified processing technology, using available varieties of flax as raw materials. This will lead to an increase in the range of products offered and this will increase competitiveness.*

**Keywords:** flax, all-flax yarn, ultra-low linear density, yarn production, unit tenacity, roving, technology.

**Grechuhin A. P., Khabibulloyev A. T., Begnazarov B. E., Ushakov S. N.**

Kostroma State University, Kostroma, Russia  
niskstu@yandex.ru

#### FABRIC DEFORMATION BEHAVIOUR MODELLING IN VARIOUS ZONES OF A LOOM

*This article proposes a method for calculating the deformation properties of the fabric in various zones of the loom – the “doffer-breast beam” zone and the “fabric edge – breast” zone. Nonlinear bending theory for determination of structure parameters for fabric on the loom underlies the calculations. The resulting models can be used as part of a mathematical model to calculate the single-layer fabrics forming process parameters – impact force, force of tension of warp thread and fabric at the moment of impact. The model of relative deformation change in fabric depending on load is obtained. This is cleared by numerical techniques. What affects computational accuracy, is the number of intervals the modelled lot is divided into. Justification of number of lots to provide the accuracy of calculations sufficient in practice has been adduced in the article.*

**Keywords:** fabric structure, deformation of fabric, loom zone, weft density, warp density, doffer, breast.

### MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

**Abramov A. V., Rodicheva M. V., Gneusheva Ye. M., Vetrova T. N.**

Turgenev Oryol State University, Oryol, Russia  
ant-lin88@mail.ru, rodicheva.unpk@gmail.com

#### DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL METHODS OF STUDYING NONSTATIONARY HEAT AND MASS TRANSFER IN A MATERIAL PACKAGE FOR HEAT PROTECTIVE CLOTHES

*The article discusses modern approaches to the formation of clothing packages with “active” heat-shielding properties. It is established that such clothing allows one compensating for the change in the cooling effect. The article contains analysis of methods for the study of the operational efficiency of modern heat-resistant clothing. The main disadvantages of these methods, which restrain the further development of clothing with active heat-shielding properties, are revealed. It is established that a comparative assessment of the effectiveness of clothing can be carried out by studying the intensity of heat and mass transfer in packages of*

materials, taking into account the typical operating conditions. We name the elements of the experimental complex, which allow such studies. The complex includes: a thermal model of the human body and a device that simulates the moistening of a package of materials due to sweat. The results of studies of heat and mass transfer in a three-layer package of materials of heat-protective clothing are presented.

**Keywords:** innovative textile materials, thermal properties, test methods, heat-protective clothing, heat-mass exchange, textile material package, heat balance.

**Borisova Ye. N.**, Kostroma State University, Kostroma, Russia

**Koytova Zh. Yu.**, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, Saint Petersburg, Russia

**Omirova M. Z.**, Kostroma State University, Kostroma, Russia

borisoffa@mail.ru, koytovaju@mail.ru, omirova.1993@mail.ru

#### COLOUR STABILITY RATING OF HALF-FINISHED SHEEPSKIN MATERIAL IN USE

Colour stability of half-finished sheepskin material is an important indicator of the aesthetic properties of the end product. To date, computer methods appear to be the most accurate for assessing changes in colour characteristics. Colour stability assessment of leather fabric and hair-covering of half-finished sheepskin material under the impact of various operations was carried out on the basis of the developed method and using the program "Materials' Colour Differences Computer Aided Evaluation".

**Keywords:** colour stability, colour characteristics, half-finished sheepskin material, operational impact, colour difference, computer aided evaluation, photo image.

**Kiselev A. M.**

R&D production facility "Programmable Composites", Kostroma, Russia

laibach@mail.ru

#### FORECASTING MECHANICAL CHARACTERISTICS OF 3D FABRICS WITH THE APPLICATION OF THE "PREFORM" PROJECTION SYSTEM

The article analyses the possibility of using the previously developed system for designing structures of 3D fabrics "Preform", which allows obtaining geometric models of various structures of 3D fabric – frame, multilayer, layered and frame spaced apart structures, shell, orthogonal – for virtual prediction of the deformation diagram of a composite material 3D woven preform, when stretched. The relevance of conducting a virtual test of material properties is substantiated. A geometric model of a virtual sample was constructed for one of the possible variants of 3D fabric structures. We describe the problem of modelling the stretching of the sample in Workbench-LS Dyna. We formulated boundary conditions for solving the problem. The technique of the computational experiment is described. The results of numerical modelling of the properties of a composite material in the Workbench-LS Dyna system are given. True and conventional diagrams of deformation of a composite material based on 3D fabric were obtained.

**Keywords:** prediction of properties, bulk woven preform, deformation diagram, composite material, software.

#### DESIGN

**Kotova K. V., Galanin S. I.**

Kostroma State University, Kostroma, Russia

kuka-kiss@inbox.ru; sgalanin@mail.ru

#### MODERN TRENDS AND COSTUME JEWELLERY

The article describes the main ways of the emergence and formation of modern trends in (costume) jewellery. Much attention is paid to the main fashion trends in costume jewellery in the season 2018/19. Characteristic features of earrings, rings, bracelets, brooches, neck adornments, jewellery as parts of clothing, statement accessories, as well as trends connecting costume jewellery and costumes are highlighted and described. It is shown that trends are characteristic of both high fashion and costume jewellery, which allows one confirming the strong and inseparable interrelation of costume and decoration.

**Keywords:** trend, trend formation, bijouterie, costume jewellery, fashion trends, high fashion, gem design.

**Denisova V. A., Kolodiy-Tyazhov L. A.**

Kostroma State University, Kostroma, Russia  
denovera@yandex.ru, kolodiy-tyajow@yandex.ru

**MODERN TRENDS IN JEWELLERY AND HANDICRAFTS**

*This article reveals the concept of a “trend”. The main factors influencing the formation of trends and determining the development of fashion trends in the modern world are considered. We analyse trends in modern design jewellery and art products. A brief overview of the trends in jewellery fashion of the past and present is presented, their influence on the assortment of modern jewellery products using advanced technologies and materials is revealed. We analyse aspects affecting the development of styles and trends in modern jewellery design. We define taste preferences and consumer characteristics of the main target groups. Methods for predicting jewellery fashion trends are considered.*

**Keywords:** fashion, trends, vogue, jewellery and handicrafts, formation of trends, jewellery design, trend analyst.

**TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT****Maxammadiyev Z. O., Kasimov A. A.**

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan  
maxammadiyevzafar@mail.ru, abrorkasimov8905@mail.ru

**CLOTH-END OVERCASTING MACHINE'S KNIFE MECHANISM RESEARCH AND ANALYSIS**

*The design of the drive of the upper rolling knife of overcasting machine for sewing production is of our interest. The drive provides almost linear and vertical trajectory of the knife in the cutting area, which allows obtaining a better cut of the material. A kinematic analysis of the proposed mechanism using the Maple software package has been carried out. As a result of the analysis, the dependences of the movement of the knife and the inertia force per one rotation of the driving crank are obtained. The dependences of the cutting force of cotton fabrics upon their thickness and the angle of sharpening knives are experimentally determined. It has been established that the inertia force acting on the upper movable knife is an order of magnitude smaller than the cutting forces. An assessment of the friction forces acting on the movable knife. Recommendations on the choice of the calculated load for the power analysis of the drive mechanism of the moving knife overcasting machines are given.*

**Keywords:** overcasting machine, movable knife, cutting force, inertia force, knife sharpening angle, knife trajectory, kinematic analysis.

**Palochkin S. V., Karnaukhov M. A.**

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia  
palnigs@mail.ru, slavapostbox@gmail.com

**TORSIONAL VIBRATION DAMPING IN A LINEAR COUPLING WITH SERPENTINE SPRING**

*The work is devoted to the analytical study of torsional vibration damping in linear serpentine spring couplings, widely used in the drives of stationary machines of various industry applications for small ranges of speed control and transmitted loads. The case of torsional harmonic oscillations of shafts connected by coupling and associated with their twisting due to the imbalance of the attached parts is considered typical for the drive of the machine. It is shown that the scattering of a significant part of the energy of such oscillations occurs mainly due to losses in sliding friction in the contacts of the coil spring with the teeth of the coupling halves. The calculation formulae for determining the dissipative characteristics of the coupling as the absolute energy dissipation for the cycle of the oscillations and the absorption coefficient are obtained, which allow estimating the influence of the coupling parameters and the oscillatory process on its damping properties. The results can be used to study the dynamics of drives, which include the considered couplings.*

**Keywords:** machine drive, torsional vibrations, vibration damping, serpentine spring coupling, constant torsional stiffness, sliding friction in compressed contact, vibration energy dissipation per cycle, absorption coefficient.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

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

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

1. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word (\*.doc, \*.docx, \*.rtf). Если Вы используете нестандартный шрифт, приложите к письму копию статьи в формате PDF, а также файл с шрифтом. В качестве имени файла указывается фамилия, имя и отчество автора русскими буквами (например: Иванов Иван Иванович.doc).
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 и библиографическим списком – не более 14 страниц машинописного текста.
5. Аннотация к статье должна быть объемом 100–120 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 литературы должен быть представлен в порядке упоминания. Ссылки в тексте статьи оформляются квадратными скобками с указанием номера издания по списку литературы и страниц. 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. В качестве иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Они 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

Убедительная просьба соблюдать порядок построения статьи!

Каждый новый пункт не нужно нумеровать, но порядок размещения материала должен соответствовать представленному ниже списку.

1. Отрасль наук и специальность.
2. Индекс УДК (присваивается в библиотеке по названию статьи и ключевым словам).
3. Фамилия, имя, отчество автора (полностью).
4. Ученая степень и ученое звание.
5. Полное название организации, город, страна (в именительном падеже) – место работы или учебы автора.
6. Адрес электронной почты для каждого автора.
7. Почтовый адрес с индексом (для последующей отправки журнала) и контактный телефон.
8. Название статьи (сокращения в названии недопустимы).
- 8а. (Ссылка на грант или источник финансирования – если есть.)
9. Аннотация (100–120 слов).
10. Ключевые слова (7–10 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
11. ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
12. Текст статьи.
13. Список литературы (указывается в порядке упоминания, нумеруется).

## 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

05.00.00 ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 677.02.001.05

**Исроилов Азамат Хисайнович**

аспирант

**Жуков Владимир Иванович**

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

Isroilov-azamat@mail.ru, zhukov\_v\_i\_51@mail.ru

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ СВЕРХМАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ

*В данной статье приводится анализ свойств чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности для определения технологических параметров ее возможной выработки, обоснование необходимости выработки данной пряжи в промышленных масштабах и ее конкурентоспособности на рынке, а также сравнение таких технологических параметров, как линейная плотность, крутка, удельная разрывная нагрузка, с существующими в настоящее время нормативами и стандартами. Крутка пряжи определялась графоаналитическим способом и по действующим нормативам и рекомендациям сравнивалась с пряжей максимально близкой по параметрам, указанной в нормативных документах. Для приблизительной оценки прочностных характеристик пряжа так же сравнивалась с пряжей, наиболее близкой по линейной плотности по ГОСТ. По каждому сравнению сделаны выводы о соответствии характеристик сверхтонкой чистольняной пряжи современным требованиям.*

**Ключевые слова:** крутка, удельная разрывная нагрузка, чистольняная пряжа, сверхмалая линейная плотность, графоаналитический способ, выработка пряжи, прочностные характеристики.

**Isroilov A. H., Zhukov V. I.**

Kostroma State University, Kostroma, Russia

isroilov-azamat@mail.ru, zhukov\_v\_i\_51@mail.ru

### FEATURES OF ULTRA-SMALL PURE FLAX YARN WITH A LINEAR DENSITY

*In this paper we analyse the properties of pure flax yarn of ultra-low linear density to determine the technological parameters of its possible development. There is justification of the need for this yarn on an industrial scale and its competitiveness in the market. There is comparison of such technological parameters as linear density, twist, unit tenacity with current regulations and standards. Twist of yarn was determined by the graphical-analytical method, and according to the current regulations and the recommendations was compared with the most similar possible yarn specified in regulations. For strength properties' rough estimate, yarn was similarly compared with the most similar (by linear density) possible yarn specified in the GOST (Russian state standard). Relevant conclusions on characteristics of ultrathin pure flax yarn relative to modern requirements have been made on each comparison.*

**Keywords:** twist, unit tenacity, pure flax yarn, ultra-low linear density, graph-analytic method, making yarn, strength properties.

Текст статьи...

Библиографический список

© Исроилов А. Х., Жуков В. И., 2017.

## 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. – Москва : 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 они есть. – Место издания : Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет.

### *Например:*

Гоголь Н. В. Полн. собр. соч. : в 14 т. – Москва : 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. – Москва : 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. – Москва : 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. – Москва : 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. – Москва : 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) отрасль науки. – Место издания, год издания. – Количество страниц.

*Например:*

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

*Патентные документы*

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

*Например:*

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

А. с. СССР 870486, МКИ С23с 9/00. Способ химико-термической обработки изделий из металлов и сплавов / А. К. Товарков, В. Н. Дураджи; заявитель и патентообладатель Институт прикладной физики АН Молдавской ССР. № 28753449; заявл. 28.01.80; опубл. 07.10.81, Бюл. № 37. – 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. – Москва : Изд-во стандартов, 1995. – 24 с.

*Материалы из сети Интернет*

Автор. Название материала (учебника, статьи и т. п.) [Электронный ресурс] : вид издания. – Режим доступа : информация о протоколе доступа к сетевому ресурсу (http) и его электронный адрес (сведения о дате обращения: число, месяц, год).

*Например:*

Сергеев Е. Ю. Вспомогательные (прикладные) дисциплины. Фотодело [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Санкт-Петербургский гос. ун-т сервиса и экономики, 2010. – Режим доступа : <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 [Электронный ресурс] // Научный вестник КГТУ. – 2010. – № 2. – Режим доступа : <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» [Электронный ресурс] : в ред. от 27.11.2006 // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 02.10.2017).

Концепция национальной безопасности РФ [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 г. № 1300 : в ред. Указа Президента РФ от 10 января 2000 г. № 24. – Режим доступа : [http://oficery.ru/2008/01/31/jncercija\\_nacionalnoj\\_bezопасnosti\\_rf.html](http://oficery.ru/2008/01/31/jncercija_nacionalnoj_bezопасnosti_rf.html) (дата обращения: 02.10.2017).

Официальный сайт компании Global Fund Management & Administration PLC [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.globalfund.ru> (дата обращения: 8.09.2017).

Отрасль в цифрах [Электронный ресурс] // Официальный сайт ИА REGNUM. – Режим доступа : [www.regnum.ru/news/777704.html](http://www.regnum.ru/news/777704.html) (дата обращения: 02.10.2017).

*Архивные материалы*

*Например:*

Записки о чумном бунте. Автограф // РО ИРЛИ. – Ф. 265. – Оп. 2. – Д. 1195. – Л. 7–10.

РГАЛИ. – Ф. 26. – Оп. 8. – Д. 231. – Л. 8.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Исроилов А. Х., Жуков В. И.**

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ  
ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ СВЕРХМАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ .....3

**Гречухин А. П., Хабибуллоев А. Т., Бегназаров Б. Э., Ушаков С. Н.**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТКАНИ  
В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ ТКАЦКОГО СТАНКА .....5

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Абрамов А. В., Родичева М. В., Гнеушева Е. М., Ветрова Т. Н.**

РАЗВИТИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ  
НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОМАССОБМЕНА  
В ПАКЕТЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ .....10

**Борисова Е. Н., Койтова Ж. Ю., Омирова М. З.**

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ОВЧИННОГО ПОЛУФАБРИКАТА  
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ .....15

**Киселев А. М.**

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 3D-ТКАНЕЙ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ «ПРЕФОРМА» .....20

### ДИЗАЙН

**Котова К. В., Галанин С. И.**

МОДНЫЕ ТРЕНДЫ И БИЖУТЕРИЯ .....26

**Денисова В. А., Колодий-Тяжов Л. А.**

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В ДИЗАЙНЕ ЮВЕЛИРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ .....34

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

**Махаммадиев З. О., Касимов А. А.**

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА НОЖА КРАЕОБМЕТОЧНОЙ МАШИНЫ .....38

**Палочкин С. В., Карнаухов М. А.**

ДЕМПФИРОВАНИЕ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЛИНЕЙНОЙ МУФТЕ  
СО ЗМЕЕВИДНОЙ ПРУЖИНОЙ .....41

SUMMARY .....48

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ .....51

## CONTENTS

### TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS

<b>Isroilov A. H., Zhukov V. I.</b> PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF ALL-FLAX YARN OF ULTRA-LOW LINEAR DENSITY .....	3
<b>Grechuhin A. P., Khabibulloyev A. T., Begnazarov B. E., Ushakov S. N.</b> FABRIC DEFORMATION BEHAVIOUR MODELLING IN VARIOUS ZONES OF A LOOM.....	5

### MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

<b>Abramov A. V., Rodicheva M. V., Gneusheva Ye. M., Vetrova T. N.</b> DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL METHODS OF STUDYING NONSTATIONARY HEAT AND MASS TRANSFER IN A MATERIAL PACKAGE FOR HEAT PROTECTIVE CLOTHES.....	10
<b>Borisova Ye. N., Koytova Zh. Yu., Omirova M. Z.</b> COLOUR STABILITY RATING OF HALF-FINISHED SHEEPSKIN MATERIAL IN USE.....	15
<b>Kiselev A. M.</b> FORECASTING MECHANICAL CHARACTERISTICS OF 3D TISSUES WITH THE APPLICATION OF THE “PREFORM” PROJECTION SYSTEM.....	20

### DESIGN

<b>Kotova K. V., Galanin S. I.</b> MODERN TRENDS AND COSTUME JEWELLERY .....	26
<b>Denisova V. A., Kolodiy-Tyazhov L. A.</b> MODERN TRENDS IN JEWELLERY AND HANDICRAFTS .....	34

### TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

<b>Maxammadiyev Z. O., Kasimov A. A.</b> CLOTH-END OVERCASTING MACHINE'S KNIFE MECHANISM RESEARCH AND ANALYSIS .....	38
<b>Palochkin S. V., Karnaukhov M. A.</b> TORSIONAL VIBRATION DAMPING IN A LINEAR COUPLING WITH SERPENTINE SPRING .....	41

<b>SUMMARY .....</b>	48
----------------------	----

<b>REQUIREMENTS TO REGISTRATION OF ARTICLES .....</b>	51
---	----

---

Научное издание

**ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО**

**2019 – № 2(44)**

ИЮНЬ

*Рецензируемый периодический научный журнал*

**Учредитель и издатель:**

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Костромской государственный университет»

**Главный редактор**

**РУДОВСКИЙ ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ**  
доктор технических наук, профессор

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 21.05.2019. Дата выхода в свет 17.06.2019. Формат бумаги 60×90 1/8.  
Печать трафаретная. Печ. л. 7,5. Заказ 149. Тираж 500.  
Цена свободная.

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

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

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