

ISSN: 2617-149X (Print), ISSN: 2617-1503 (Online)



МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

MATERIALS AND TECHNOLOGIES

№ 2 (8), 2021

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»**

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (8), 2021



Витебск

УДК 67/68
ББК 37.2

Материалы и технологии – научный рецензируемый журнал Витебского государственного технологического университета, публикующий оригинальные научные исследования, касающиеся вопросов легкой и текстильной промышленности. Периодичность выхода журнала – два раза в год.

Главный редактор: д.т.н., проф. Кузнецов А.А.
Заместитель главного редактора: д.э.н., проф. Ванкевич Е.В.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Председатель редакционной коллегии: к.т.н., ассистент Радюк А.Н.
Члены редколлегии: к.т.н., доц. Акиндинова Н.С., к.т.н., доц. Борисова Т.М.,
к.т.н. Жерносек С.В., к.т.н., доц. Лукьянова Е.Л.,
к.э.н., доц. Коробова Е.Н., к.т.н. Костин П.А.,
к.т.н. Мурычева В.В., к.т.н., доц. Самутина Н.Н., к.т.н. Радюк А.Н.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

д.т.н., проф. Буркин А.Н. (Беларусь),
к.т.н., доц. Казарновская Г.В. (Беларусь),
д.т.н., проф. Разумеев К.Э. (Россия), д.т.н., проф. Севостьянов П.А. (Россия),
д.т.н., проф. Шустов Ю.С. (Россия)

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ:

Бизюк А.Н., Степанов Д.А.

Сайт журнала: <http://mat-tech.vstu.by>

Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72

УДК 67/68
ББК 37.2
© УО «ВГТУ», 2022

**MINISTRY OF EDUCATION
THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Educational Institution
Vitebsk State Technological University**

Materials and Technologies

SCIENTIFIC JOURNAL

№ 2 (8), 2021



Vitebsk

UDC 67/68
BBC 37.2

Materials and Technologies is a scientific peer-reviewed journal of Vitebsk State Technological University, which publishes original scientific research, issues of light and textile industry. The journal is published twice a year.

Editor-in-Chief: *Prof., DSc(Eng)*, Andrey Kuznetsov.

Deputy Editor-in-Chief: *Prof., DSc(Econ)*, Alena Vankevich.

EDITORIAL COMMITTEE

Chairman: *assistant, Cand. Sc. (Eng)*, **Anastasia Radyuk**

Members: *Cand. Sc. (Eng)* Natalia Akindinova, *Cand. Sc. (Eng)* Tatsiana Barysava,
Cand. Sc. (Eng) Sergey Zhernosek,
Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng), Alena Lukyanova,
Assoc. Prof., Cand. Sc. (Econ) Alena Korabava,
Cand. Sc. (Eng) Pavel Kostin, *Cand. Sc. (Eng)* Viktoriya Murycheva,
Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng) Natallia Samutsina, *Cand. Sc. (Eng)* Anastasia Radyuk

EDITORIAL COUNCIL:

Prof., DSc(Eng) Alexander Byrkin (Belarus),
Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng) Galina Kazarnovskaya (Belarus),
Prof., DSc(Eng) Konstantin Razumeev (Russia), *Prof., DSc(Eng)* Peter Sevostianov (Russia),
Prof., DSc(Eng) Yuri Shustov (Russia)

TECHNICAL BODY:

Andrei Biziuk, Dmitri Stepanov

The website of the journal: <http://mat-tech.vstu.by>

Republic of Belarus, Vitebsk, Moscow av., 72

UDC 67/68
BBC 37.2
© EI «VSTU», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Материаловедение

- Исследование износостойкости полиуретановых подошвенных материалов различными методами
Д.А. Иванов, А.Н. Радюк, М.А. Козлова, А.Н. Буркин 8
- Влияние длины волокон на свойства композиционных материалов из вторичного сырья
М.А. Козлова, А.Н. Буркин, А.Н. Радюк 14

Трикотажное производство

- Разработка библиотеки для 3D-моделирования многослойного гибридного трикотажа управляемой структуры
Д.И. Быковский, А.В. Чарковский..... 24

Отделка

- Оптимизация качественного и количественного состава ферментсодержащей композиции для умягчающей отделки хлопчатобумажных текстильных материалов
Н.В. Скобова, Н.Н. Ясинская, К.А. Ленько 31

Швейное производство

- Разработка рациональной конструкции подушки для беременных с учетом изменения антропометрических характеристик женщин
Е.С. Фанкевич, Е.Л. Лукьянова 37

Композиционные материалы

- Техническое нормирование требований к композиционным материалам с включением волокнистых отходов
И.М. Грошев, А.Н. Махонь, И.С. Карпушенко 43
- Разработка чехлов для лыжных ботинок из композиционных многофункциональных материалов
Д.К. Панкевич, Н.В. Ульянова 47

Обувь и кожевенно-галантерейные изделия

- Влияние вида материала верха обуви на определение общей и остаточной деформации задника
П.Г. Деркаченко, А.Н. Буркин 54

Дизайн

Переработка отходов промышленного кроя в продукт моды <i>Л.В. Попковская, Н.С. Захарчук, С.Н. Вичева</i>	59
---	----

CONTENTS

Material Science

Study on Wear Resistance of Polyurethane Sole Materials by Different Methods <i>D.A. Ivanov, A.N. Radyuk, M.A. Kozlova, A.N. Burkin</i>	8
Effect of Fiber Length on the Properties Of Composite Materials Made of Recycled Polyurethane Foam <i>M. Kozlova, A. Burkin, A. Radyuk</i>	14

Knitting production

Development of the Library for 3D Modeling of Hybrid Multilayer Knit of Regulated Structure <i>D. Bykouski, A. Charkovskij</i>	24
---	----

Finishing

Optimization of the Qualitative and Quantitative Composition of the Enzyme-Containing Composition for Softening Finishing of Cotton Textile Materials <i>N. Skobova, N. Yasinskaya, K. Lenko</i>	31
---	----

Clothing industry

Development of a Rational Design of the Pillow for Pregnant Women, Taking Into Account the Change in the Anthropometric Characteristics of Women <i>E. Fankevich, E. Lukyanova</i>	37
---	----

Composite materials

Technical Regulation of Requirements for Composite Materials with the Inclusion of Fibrous Waste <i>I. Groshev, A. Mahon, I. Karpushenko</i>	43
Development of Ski Boot Covers from Composite Multifunctional Materials <i>D. Pankevich, N. Ulyanova</i>	47

Footwear and leather haberdashery

Influence of the Type of Material of the Shoe Upper on the Determination of the General and Residual Deformation of the Stiffeners

P. Derkachenko, A. Burkin..... 54

Design

Processing of Industrial Cutting Waste in a Fashion Product

L. Popkovskaya, N. Zakharchuk, S. Vicheva 59

Исследование износостойкости полиуретановых подошвенных материалов различными методами

Д.А. Иванов, А.Н. Радюк^а, М.А. Козлова, А.Н. Буркин
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
^аE-mail: ana.r.13@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки физико-механических свойств подошвенных материалов на основе отходов ППУ и сопротивления истиранию различными методами. В рамках работы установлено, что стандартом регламентируются только значения сопротивления истиранию при скольжении, а полученные результаты определения сопротивления истиранию по различным методам невозможно сравнить между собой.

Ключевые слова: полиуретановые подошвы, свойства, методы, сопротивление истиранию.

Study on Wear Resistance of Polyurethane Sole Materials by Different Methods

D.A. Ivanov, A.N. Radyuk^a, M.A. Kozlova, A.N. Burkin
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
^aE-mail: ana.r.13@mail.ru

Annotation. The article presents the results of the assessment of the physical and mechanical properties of plantar materials based on PPU waste and abrasion resistance by different methods. Within the framework of the work, it was established that the standard regulates only the values of abrasion resistance during sliding, and the results obtained for determining abrasion resistance by various methods cannot be compared with each other.

Key words: polyurethane soles, properties, methods, abrasion resistance.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных показателей качества обуви является ее надежность (эксплуатационные свойства). Весомость этого показателя в группе потребительских свойств при оценке конкурентоспособности обуви достаточно высока.

Как известно, надежность обуви зависит от износостойкости деталей обуви и прочности их соединений. Так как в данной работе речь идет о полиуретановых подошвенных материалах как детали обуви, а не обувь в целом рассматривается, то основным показателем надежности будет являться сопротивление истиранию.

Необходимо также отметить, что сопротивление истиранию является одним из основных эксплуатационным показателем, регламентированным различными ТНПА, прописанными в характеристиках материалов в справочной литературе и проспектах большинства производителей полимерных материалов для низа обуви.

Целью работы является оценка сопротивления истиранию полимерных подошвенных материалов различными методами.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются подошвенные материалы на основе отходов пенополиуретана (ППУ), получение которых включает в себя следующие операции:

- подготовку отходов ППУ, пластификатора и стабилизатора и их взвешивание;
- измельчение отходов ППУ с помощью однороторной дробилки Alpine A 40/63-5-3;
- смешивание измельченных отходов в лопастной мешалке с другими ингредиентами;
- переработку материала с помощью шнекового экструдера ЭШПО-75Н4;
- измельчение полуфабриката до размеров гранул 2–4 мм;
- литье изделий при температурах 150–180 °С с помощью литьевого агрегата SP 345-3 фирмы Main Group.

Данный объект исследования выбран исходя из того, что в работе [1] в результате исследования образцов на износостойкость установлено, что наивысшее значение сопротивления истиранию имеет монолитный образец на основе отходов ППУ.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Большинство методов и средств испытаний на износостойкость созданы давно (более 50 лет назад) и были адаптированы к имеющимся в то время материалам для подошв – натуральным козам и резинам. Для определения показателя износостойкости подошвенных материалов применяются несколько ТНПА, которые описывают методику и средства испытания, среди них:

- ГОСТ 23509-79 (ИСО 4649–85). Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении по возобновляемой поверхности [2];
- ГОСТ 426-77. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении [3];
- ГОСТ 11012-2017. Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ [4];
- ГОСТ 12251-77. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при качении с проскальзыванием [5];
- ГОСТ 11629-2017. Пластмассы. Метод определения коэффициента трения [6].

На сегодняшний день стандартами на материалы для низа обуви регламентируются значения, полученные по методике ГОСТ 426-77. Сущность метода заключается в истирании 2 образцов, прижатых к абразивной поверхности вращающегося с постоянной скоростью диска, при постоянной нормальной силе (26 Н) и определении показателей сопротивления истиранию или истираемости. Испытание проводится на приборе типа МИ-2 (Грассели).

В странах ближнего и дальнего зарубежья применяют метод Шоппера для определения сопротивления истиранию полимерных материалов для низа обуви, подобная методика приводится в ГОСТ 23509-79. Сущность метода заключается в истирании образца, прижатого к абразивной поверхности вращающегося барабана, при этом

образец перемещается параллельно оси барабана и вращается вокруг своей оси.

В работе [7] проводился анализ возможности использования испытательного оборудования для научных целей на базе аккредитованной лаборатории ОАО «Витебскдрев». Так для определения сопротивления истиранию использовался ротационный абразиметр TABER.

В данной работе предлагается провести исследование сопротивления истиранию полимерных подошвенных материалов по различным методам.

Для достижения поставленной цели работы вначале определяли показатели физико-механических свойств подошвенных материалов на основе отходов ППУ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ППУ

В рамках работы определяли следующие показатели: толщина (ГОСТ 11358–89 «Толщиномеры и стенкоммеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия»), плотность (ГОСТ 267-73 «Резина. Методы определения плотности»), твердость (ГОСТ 263-75 «Резина. Метод определения твердости по Шору А»), прочностные характеристики – условная прочность, относительное удлинение при разрыве и остаточное удлинение после разрыва (ГОСТ 270–75 «Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении»).

Средние значения свойств сведены в таблицу 1. Также в таблице представлены данные по свойствам монолитных резин, к которым близки физико-механические свойства полученных пластин. Вывод сделан на основе анализа свойств различных материалов, применяемых в качестве подошвенных материалов.

Таблица 1 – Свойства пластин

	S , мм	ρ , г/см ³	H , усл. ед.	f_p , МПа	ϵ_p , %	θ , %
Среднее	6,6	1,2	77,4	6,0	278	25
		входит в диапазон		>	>	>
Монолитные резины	–	1,1-1,3	75,0-85,0	4,5	170	20

S – толщина, ρ – плотность, H – твердость, f_p – условная прочность при разрыве, ϵ_p – относительное удлинение при разрыве, θ – остаточное удлинение после разрыва

Как видно по данным таблицы 1 физико-механические свойства подошвенных материалов на основе отходов ППУ имеют достаточно близкие значения к материалам, применяемым в обувном производстве, а именно монолитной резине. Поэтому полученные материалы могут быть использованы для изготовления материалов и деталей для низа обуви.

Статистическую обработку результатов испытания физико-механических свойств полученных материалов проводили по ГОСТ 269-66 «Резина. Общие требования к проведению физико-

механических испытаний» [8]. Данные по статистической обработке результатов испытания твердости, условной прочности и относительного удлинения приведены в таблице 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИСТИРАНИЮ ПОЛИМЕРНЫХ ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследование проводили в соответствии с методиками, приведенными в стандартах.

Сопротивление истиранию (β) в Дж/мм³ по методу Грассели вычисляют по формуле (1)

$$B = A / \Delta V * K, \quad (1)$$

где A – работа трения в Дж (кгс·м), которую вычисляют по формуле (2)

$$A = F * l, \quad (2)$$

где F – среднее значение силы трения за время испытания, Н (кгс); l – путь трения, м, вычисляемый по формуле (3)

$$l = \pi Dn, \quad (3)$$

где D – расстояние между центрами образцов, м; n – число оборотов диска за время испытания.

$$L = 3,14 \times (13,6 \times 0,01) \times 202 = 86,2621 \text{ м}$$

$$A = 26 \times 86,26208 \times 0,001 = 2,2428 \text{ кДж}$$

Таблица 2 – Статистическая обработка результатов испытания

Показатель	\bar{X}	S	ν	ϵ	β	$CP = 95\%$ значения находятся
Твердость	77,4	0,5	0,7	0,4	0,5	77,4 ± 0,4
Условная прочность	6,0	0,4	6,8	3,8	63,4	6,0 ± 3,8
Относительное удлинение	278	21,1	7,6	4,2	1,5	278 ± 4,2

\bar{X} – среднее арифметическое результатов измерения; S – оценка среднего квадратического отклонения; ν – коэффициент вариации результатов испытания; ϵ – значение, равное половине доверительного интервала; β – относительное отклонение

Убыль объема полиуретана (ΔV) в мм³ двух испытываемых образцов вычисляют по формуле (4)

$$\Delta V = (m_1 - m_2) / \rho, \quad (4)$$

где m_1 – масса двух образцов до испытания, г; m_2 – масса двух образцов после испытания, г; ρ – плотность полиуретана, г/см³.

Для определения плотности использовалась следующая аппаратура: весы лабораторные Pioneer (рис.1) и штангенциркуль цифровой тип ШЦЦ-I-300 (рис. 2). Плотность (ρ) в г/см³ определяют по формуле (5)

$$\rho = m / V, \quad (5)$$

где m – масса образца, г; V – объем образца, г/см³.

$$\rho = 1,2 \text{ г/см}^3.$$



Рисунок 1 – Весы лабораторные Pioneer



Рисунок 2 – Внешний вид штангенциркуля цифрового типа ШЦЦ-I-300В

Потери объема при истирании (V) в мм³ по методу A (метод Шоппера) вычисляют по формуле (6)

$$V = m / \rho \times 80 / m_k, \quad (6)$$

где m – потеря массы образца испытываемой резины на полном пути истирания, г; 80 – принятое среднее значение истираемой контрольной резины, мг; ρ – плотность испытываемой резины по ГОСТ 267, г/см³;

m_k – потеря массы образца контрольной резины на полном пути истирания (0,276 г).

Потерю объема (сопротивление истиранию) (V) в мм^3 по методу Б (метод Шоппера) вычисляют по формуле (7)

$$V = 1 / k \cdot m / p, \quad (7)$$

где k – коэффициент средней истирающей способности шлифовальной шкурки (0,64); m – потеря массы образца, г; p – плотность образца, определенная по ГОСТ 267, г/см^3 .

Потери объема при истирании (V) в мм^3 по методу Табера вычисляют также по формуле (6)

Результаты определения сопротивления истиранию по различным методам представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты определения сопротивления истиранию по различным методам

Образец	Метод Грассели	Метод Шоппера		Метод Табера
		А	Б	
	β	V	V	V
1	6,0	115	0,62	100
2	6,1	118	0,63	104
3	6,3	120	0,64	106
4	6,4	123	0,68	109
5	6,5	119	0,65	105
6	6,8	126	0,71	110
7	7,0	129	0,73	117
8	7,1	125	0,70	110
9	7,3	131	0,72	115
10	7,5	130	0,74	115
11	7,6	134	0,74	118
12	7,8	135	0,76	120

Необходимо отметить, что ТНПА регламентируются только значения сопротивления истиранию по методу Грассели. Так, согласно ГОСТ 10124-76 «Пластины и детали резиновые непористые для низа обуви. Технические условия» [9] сопротивление истиранию должно быть не менее 2,5 Дж/ мм^3 . Все значения, полученные по результатам испытания и представленные в таблице 1, превышают нормируемое значение на 140–212 %.

Согласно данным, основные значения V по методу А (метод Шоппера) и методу Табера должны быть 50–250 мм^3 . Все значения, полученные по результатам испытания и представленные в таблице 1, находятся в рамках указанных выше значений.

Необходимо отметить, что полученные результаты определения сопротивления истиранию по методу Грассели, Шоппера и Табера не представляется возможным сравнить между собой.

Несмотря на одинаковый расчет методов А (метод Шоппера) и Табера они отличаются давлением на

абразив, скоростью движения во время абразивного износа и другими масштабными факторами, поэтому также не поддаются сравнению.

Полученные результаты исследования сопротивления истиранию подошвенных полимерных материалов по 3 методам можно лишь сопоставить с получением уравнения тренда в виде полиномиальной модели.

При проведении сравнительного анализа методов можно сказать, что испытания на приборе МИ-2, Шоппера и Табера не воспроизводят процесс истирания при эксплуатации обуви, так как не учитывают трение качения, механическую усталость и амортизационные свойства материалов. В связи с этим, актуальным становится вопрос о возможности создания прибора, который позволил бы приблизить условия испытания к реальному процессу носки обуви, а также позволил сочетать в себе представленные выше методы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка износостойкости полиуретановых подошв обуви / А. Н. Радюк [и др.] // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОЙСК-2022) : сб. материалов Национальной (с международным участием) молодёжной научно-технической конференции. – Иваново : ИВГПУ, 2022. – С. 883–889.
2. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении по возобновляемой поверхности : ГОСТ 23509–79. – Введен 01.01.1982. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1982. – 12 с.

3. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении : ГОСТ 426–77. – Взамен ГОСТ 426–66 ; введ. 01.01.1978. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 8 с.
4. Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ : ГОСТ 11012–2017. – Взамен ГОСТ 11012–69 ; введ. 01.07.2018. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 7 с.
5. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при качении с проскальзыванием : ГОСТ 12251–77. – Взамен ГОСТ 12251–66 ; введ. 01.07.1979. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с.
6. Пластмассы. Метод определения коэффициента трения : ГОСТ 11629–2017. – Взамен ГОСТ 11629–75 ; введ. 01.07.2018. – М. : Стандартинформ, 2017. – 6 с.
7. Исследование физико-механических свойств полимерных материалов для низа обуви на базе лаборатории ОАО «Витебскдрев» / К. А. Ковалев [и др.] // Материалы и технологии. – 2020. – № 2 (6). – С. 13–20.
8. Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний : ГОСТ 269-66. – Взамен ГОСТ 260-53 ; введ. 30.06.66. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1966. – 10 с.
9. Пластины и детали резиновые непористые для низа обуви. Технические условия : ГОСТ 10124-1976. – Взамен ГОСТ 10124-62 и ГОСТ 385-62 ; введ 01.01.77. – М. : Государственный комитет СССР по стандартам, 1977. – 19 с.

REFERENCES

1. Assessment of wear resistance of polyurethane shoe soles / A. N. Radyuk [et al.] // Young scientists – development of the National Technological Initiative (SEARCH-2022) : collection of materials of the National (with international participation) youth scientific and technical conference. – Ivanovo : IVSPU, 2022. – P. 883–889.
2. Rubber. Method for determining abrasion resistance when sliding on a renewable surface : GOST 23509-79. – Introduced 01.01.1982. – Minsk : State Committee for Standardization of the Republic of Belarus, 1982. – 12 p.
3. Rubber. Method for determining abrasion resistance during sliding : GOST 426-77. – Instead of GOST 426-66 ; introduced 01.01.1978. – Minsk : State Committee for Standardization of the Republic of Belarus, 1992. – 8 p.
4. Plastics. Test method for abrasive wear : GOST 11012-2017. – Instead of GOST 11012-69 ; introduction 01.07.2018. – Moscow : Standartinform, 2017. – 7 p.
5. Rubber. Method for determining abrasion resistance during rolling with slippage : GOST 12251-77. – Instead of GOST 12251-66 ; introduction. 01.07.1979. – Moscow : IPK Publishing House of Standards, 1999. – 6 p.
6. Plastics. Method for determining the coefficient of friction : GOST 11629-2017. – Instead of GOST 11629-75 ; introduction. 01.07.2018. – Moscow : Standartinform, 2017. – 6 p.
7. Investigation of physical and mechanical properties of polymer materials for the bottom of shoes on the basis of the laboratory of JSC "Vitebskdrev" / K. A. Kovalev [et al.] // Materials and Technologies. – 2020. – № 2 (6). – P. 13–20.
8. Rubber. General requirements for conducting physical and mechanical tests : GOST 269-66. – Instead of GOST 260-53 ; introduction. 30.06.66. – Moscow : IPK Publishing House of Standards, 1966. – 10 p.
9. Non-porous rubber plates and parts for the bottom of shoes. Specifications : GOST 10124-1976. – Instead of GOST 10124-62 and GOST 385-62 ; entered 01.01.77. – Moscow : USSR State Committee for Standards, 1977. – 19 p.

SPISOK LITERATURY

1. Ocenka iznosostojkosti poliuretanovyh podoshv obuvi / A. N. Radjuk [i dr.] // Molodye uchenye – razvitiju Nacional'noj tehnologicheskoy iniciativy (POISK-2022) : sb. materialov Nacional'noj (s mezhdunarodnym uchastiem) molodjozhnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. – Ivanovo: IVGPU, 2022. – S. 883–889.
2. Rezina. Metod opredelenija soprotivlenija istiraniju pri skol'zhenii po vozobnovljaemoj poverhnosti : GOST 23509–79. – Vved. 01.01.1982. – Minsk : Gosudarstvennyj komitet po standartizacii Respubliki Belarus', 1982. – 12 s.
3. Rezina. Metod opredelenija soprotivlenija istiraniju pri skol'zhenii : GOST 426–77. – Vzamen GOST 426–66 ; vved. 01.01.1978. – Minsk : Gosudarstvennyj komitet po standartizacii Respubliki Belarus', 1992. – 8 s.
4. Plastmassy. Metod ispytaniya na abrazivnyj iznos : GOST 11012–2017. – Vzamen GOST 11012–69 ; vved. 01.07.2018. – M. : Standartinform, 2017. – 7 s.
5. Rezina. Metod opredelenija soprotivlenija istiraniju pri kachenii s proskal'zyvaniem : GOST 12251–77. – Vzamen GOST 12251–66 ; vved. 01.07.1979. – Moskva : IPK Izdatel'stvo standartov, 1999. – 6 s.
6. Plastmassy. Metod opredelenija koeficienta trenija : GOST 11629–2017. – Vzamen GOST 11629–75 ; vved. 01.07.2018. – Moskva : Standartinform, 2017. – 6 s.
7. Issledovanie fiziko-mehaničeskijh svojstv polimernyh materialov dlja niza obuvi na baze laboratorii ОАО «Витебскдрев» / К. А. Ковалев [i dr.] // Materialy i tehnologii. – 2020. – № 2 (6). – S. 13–20.

8. Rezina. Obshhie trebovaniya k provedeniju fiziko-mehaničeskikh ispytanij : GOST 269-66. – Vzamen GOST 260-53 ; vved. 30.06.66. – Moskva : IPK Izdateľstvo standartov, 1966. – 10 s.

9. Plastiny i detali rezinovyie neporistyie dlja niza obuvi. Tehničeskie uslovija : GOST 10124-1976. – Vzamen GOST 10124-62 i GOST 385-62 ; vved 01.01.77. – M. : Gosudarstvennyj komitet SSSR po standartam, 1977. – 19 s.

Статья поступила в редакцию 30.06.2022

Влияние длины волокон на свойства композиционных материалов из вторичного сырья

М.А. Козлова^а, А.Н. Буркин, А.Н. Радюк

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

^аE-mail: kozlova.maria-77798V@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены основные ингредиенты, рецептура и технология получения композиционных материалов из вторичного пенополиуретана с наполнителем в виде полипропиленовых волокон. Проведены исследования физико-механических и эксплуатационных свойств полученных композиционных материалов с различной длиной наполнителя. Оценка качества композиционных материалов и подошв показала, что полипропиленовый наполнитель с длиной волокна 2–4 мм и 4–6 мм отвечает требованиям нормативно-правовых актов и может использоваться в качестве подошв обуви для повседневной носки.

Ключевые слова: отходы пенополиуретанов, полипропиленовые волокна, технология, материалы, подошвы, свойства, оценка качества.

Effect of Fiber Length on the Properties Of Composite Materials Made of Recycled Polyurethane Foam

M. Kozlova^a, A. Burkin, A. Radyuk

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

^aE-mail: kozlova.maria-77798V@yandex.ru

Annotation. The article presents the main ingredients, recipe and technology for obtaining composite materials from secondary polyurethane foam with a filler in the form of polypropylene fibers. Studies of physical, mechanical and operational properties of the obtained composite materials with different filler lengths were carried out. Evaluation of the quality of composite materials and soles showed that the polypropylene filler with a fiber length of 2-4 mm and 4-6 mm meets the requirements of regulatory legal acts and can be used as soles of shoes for everyday wear.

Key words: polyurethane foam waste, polypropylene fibers, technology, materials, soles, properties, quality assessment.

ВВЕДЕНИЕ

Трудно представить жизнь без активного удовлетворения человеческих потребностей, используя при этом природные ресурсы, нанося этим вред окружающей среде. Проблемы отходов и их сборов и переработки остаются актуальными во всех странах, и Республика Беларусь не является исключением. В нашей стране продолжается процесс интенсивного накопления отходов производства и потребления, поэтому наблюдается увеличение объёмов отходов.

Искусственные и синтетические материалы достаточно широко применяются в производстве обуви, наибольший удельный вес из них имеют полиуретаны. Полиуретаны являются наиболее ценными и широко производимыми промышленными полимерами. Из полиуретанов изготавливают самые различные материалы для различных отраслей промышленности полиуретаны (ПУ) применяются во всем мире уже на протяжении более чем 50 лет и в

настоящее время сохранили одно из ведущих мест среди полимерных материалов.

Однако отходы от производства изделий из пенополиуретанов запрещено вывозить на полигоны для захоронения в связи с токсичностью продуктов их разложения. Вовлечение же пенополиуретановых отходов в производственный цикл зачастую требует материальных и трудовых затрат. Отсутствие требований к свойствам изделий из вторичного сырья, сведений о процентном составе и свойствах полиуретанов разных производителей не позволяет производить изделия требуемого качества, удовлетворяющего потребителя.

На предприятиях текстильной промышленности Республики Беларусь в процессе производства текстильных полотен и изделий образуется много видов всевозможных отходов. Отходы, образующиеся в процессе производства, составляют до 25 % от используемого сырья. Количество отходов зависит от вида изготавливаемой продукции, технологии

производства, технического состояния оборудования, квалификации рабочих.

Отходы, такие как концы ленты, рвань ровницы, выпады, сдир, орешек трепальный и чесальный, концы пряжи, лоскуты, обрезь и другие, то есть длина волокон в которых достаточна для того, чтобы переработать их в пряжу большей линейной плотности, нетканые материалы или другие материалы подобного типа находят применение в текстильной промышленности. Но такие отходы, как кноп стригальный, кноп ткацкий, сечка, то есть волокнистые отходы, длина волокон в которых 0,5–25 мм, применения в своём производстве не находят [1].

Данная работа является актуальной, так как решает важную научно-техническую проблему, направленную на расширение ассортимента

материалов для деталей низа обуви на основе использования вторичных ресурсов, а также направленную на частичную утилизацию отходов. Это может позволить получить материалы из вторичного сырья, с требуемым уровнем потребительских свойств и невысокой стоимостью.

АНАЛИЗ ПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН И ПОЛИУРЕТАНА

В ходе исследования был проведен химический, физический и микроскопический метод анализ полипропиленовых волокон и вторичного полиуретана. Общая характеристика анализа вторичного полиуретана и полипропиленовых волокон на основе выше перечисленных методов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Общая характеристика отходов пенополиуретана и полипропиленовых волокон

Название отхода	Внешний вид	Физические свойства	Химический состав	Микроскопический анализ
Пенополиуретан	Частицы материала черного цвета, непрозрачные, матовые	Длина в пределах 0,01–2,80 мм, ширина в пределах 0,01–2,80 мм, толщина 0,01–4,90 мм. Стоек к действию бензина, ацетона, воды, нестойк к уксусной кислоте	Полиуретан, без дополнительных включений	Структура плотная, равномерная, с присутствием оставшихся пор шарообразной формы, без дополнительных включений и дефектов
Полипропиленовые волокна	Короткое волокно, полупрозрачное светло коричневого цвета с вкраплением черных и красных волокон	Длина 1–10 мм, массой 0,27–4,26 мм, толщиной 13–16 мкм. Стоек к ацетону, воде, этиловому спирту, кислотам: уксусной и соляной. Условно устойчив к бензину	Полипропилен, без дополнительных включений	Структура однородная, форма гладкая цилиндрическая

ИНГРЕДИЕНТЫ И РЕЦЕПТУРА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Основной ингредиент (компонент) для получения композиционного материала и подошв – вторичный полиуретан различных марок, в виде отходов обувных предприятий города Витебска, в качестве наполнителя – полипропиленовые волокна различного размера, в виде отходов коврового предприятия.

Отходы пенополиуретана, образующихся на предприятиях г. Витебска, представляют собой в конечном итоге «гранулят». «Гранулят» может быть различным, но чаще всего представляет собой сыпучий материал, состоящий из однородных по размеру и форме частиц. Их размер и форма в основном зависят от вида перерабатываемого материала и от метода его переработки. Гранулы могут быть в форме шарика, пластинки, цилиндра и др.

Практически любые отходы текстильного производства могут найти применение в текстильной промышленности, однако коротковолокнистые материалы, такие как кноп стригальный или кноп ткацкий, имеющие длину волокон от 0,5 по 25 мм, не находят применения в своём производстве. Хотя они обладают достаточно ценными свойствами, которые зависят от свойств составляющих этих отходов. Одним из решения проблемы переработки и применения данных отходов может послужить внедрение их в полимерную композицию в виде наполнителя [2].

Полипропиленовое волокно – это современный материал, относящийся к группе полиолефинов – высокомолекулярных углеводородов алифатического ряда. Волокно данного типа более устойчиво к изгибам и эластично.

Для замешивания композиции необходимы пластификаторы, стабилизаторы. В качестве

пластификатора применялось индустриальное масло, а в качестве стабилизатора – стеарат кальция. На

рисунке 1 представлены ингредиенты для получения композиционных материалов.

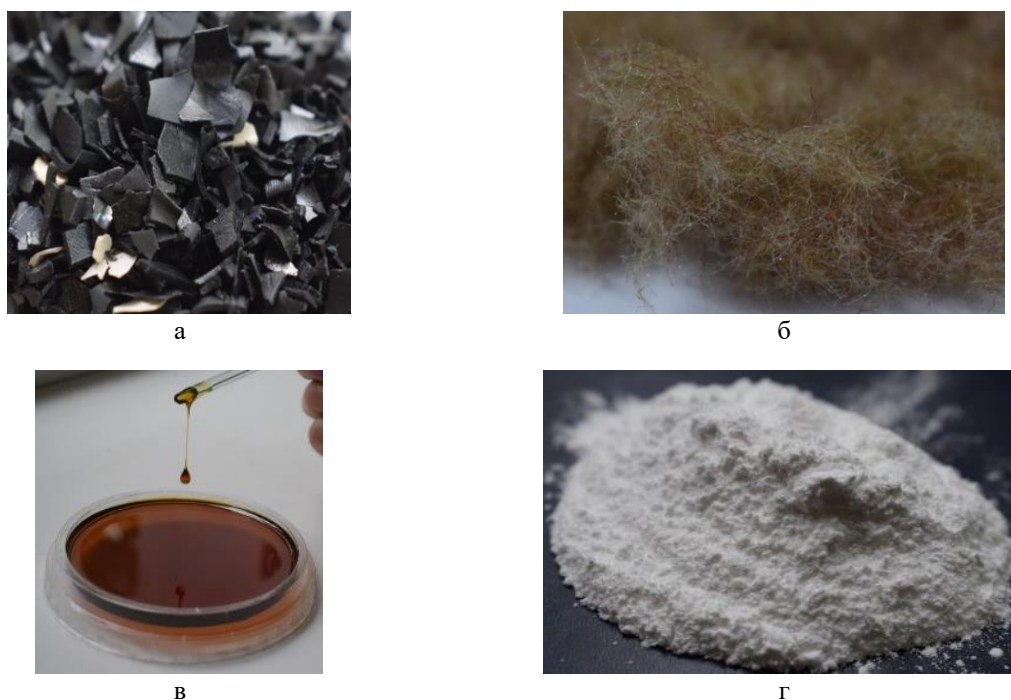


Рисунок 1 – Ингредиенты для получения композиционных материалов:
а – отходы пенополиуретана; б – волокнистый наполнитель (полипропиленовое волокно);
в – индустриальное масло; г – стеарат кальция

Согласно статье [3], введение наполнителей нарушает регулярность расположения макромолекул и приводит к понижению механических свойств, ухудшению текучести и перерабатываемости пластиков. Содержание наполнителей не должно превышать 20 мас.ч. на 100 мас.ч. полимера. Минимальное количество наполнителя должно составлять 0,5 мас.ч.

Авторами статьи [4, 5] было проведено исследование, которое показало, что содержание волокнистого наполнителя, в качестве которого использовали полипропиленовое волокно, должно составлять 1 мас.ч. по отношению к отходам пенополиуретанов. В противном случае увеличение волокнистого наполнителя по отношению к отходам пенополиуретанов приведет к высокому проценту

образования брака и ухудшению прочностных свойств композиционных полимерных материалов. В этой работе использовались волокна размером 2–4 мм, без аргументированного обоснования именно этого размерного диапазона.

В связи с тем, что материалы и подошвы с волокнистым наполнителем размером 7–10 мм не отвечают требованиям к качеству внешнего вида и структуры (рис. 2), их нецелесообразно использовать для дальнейшего исследования. Композиция с волокнистым наполнителем размером около 10 мм не проходит через экструдер, размером около 8 мм не проходит через формующую головку литьевой машины, а размером 6 и выше мм не способствует получению подошв качественного вида и структуры.



Рисунок 2 – Несформированные подошвы с волокнистым наполнителем более 6 мм

При анализе работ по переработке отходов полиуретанов [6, 7, 8, 9] было установлено, что наиболее приемлемым и эффективным способом переработки, с экономической точки зрения, является термомеханический способ. Технологический процесс получения подошв обуви из вторичного полиуретана представлен на рисунке 3.

Первый этап технологического процесса – сбор отходов, который заключается в осуществлении сбора отходов пенополиуретана и сортировке их по видам и структуре.

Второй этап технологического процесса – измельчение отходов с помощью дробилки Alpine A 40/63-5-3.

Третий этап – смешивание отходов, заключающийся в взвешивании ингредиентов на весах с точностью не менее $\pm 10\%$ и в смешивании ингредиентов вручную.

Четвёртый этап – термомеханический рециклинг, в экструдер ЭШПО-75 производится загрузка композиционной смеси, полученные лоскуты измельчают с помощью дробилки Alpine A 40/63-5-3.

Пятый, заключительный этап – литьё композиции. Композиционный материал засыпают в трехпозиционный статический литьевой агрегат SP 345-3 фирмы MainGroup, где и происходит формирование подошв.

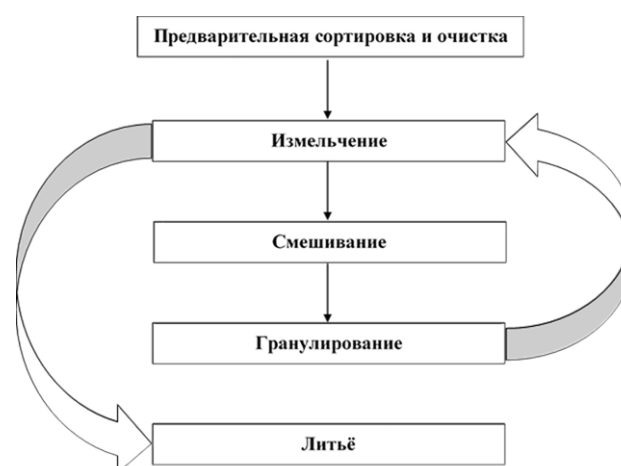


Рисунок 3 – Схема технологического процесса

Полученные образцы материалов (пластин) испытывались по ряду физико-механических и эксплуатационных свойств. Была определена плотность, твёрдость, условная прочность, относительное удлинение, относительное остаточное удлинение, сопротивление истиранию и сопротивление многократному изгибу. Результаты испытания материалов (пластин) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытания материалов из вторичного пенополиуретана и полипропиленовых волокон

Образец	Плотность, г/см ³	Твёрдость, усл. ед.	Условная прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное остаточное удлинение, %	Сопротивление истиранию, Дж/мм ³	Сопротивление многократному изгибу, циклов
Без волокнистого наполнителя	1,07–1,10	80	4,3–4,6	255	20	5,3–5,5	30 000
0–2 мм	1,05	82–85	2,8	180–192	19	5,0–5,2	30 000
2–4 мм	1,03	77–80	4,8–5,2	235–247	17	5,8–6,3	30 000
4–6 мм	1,02	78–82	4,3–4,7	200–211	18	6,2–6,5	30 000
Требование «эталона», для волокнисто-наполненных	не более 1,1	не менее или в пределах 80–95	не менее 5,0	не менее или в пределах 180–300	не более 15–30	не менее 5,9	не менее 20 000

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать вывод, что показатели образца без наполнителя и волокнисто-наполненные образцы практически схожи, однако условная прочность образца с наполнителем 0–2 мм значительно ниже остальных образцов, плотность, относительное удлинение и сопротивление истиранию также ниже. Следовательно, материал, волокнисто-наполненный 0–2 мм, не рекомендуется для дальнейшего анализа и исследования.

Волокнисто-наполненные материалы 2–4 и 4–6 мм соответствуют требованиям эталона по показателям физико-механических и эксплуатационных свойств.

Так можно отметить, что условная прочность у образца 2–4 мм превосходит значения без наполнителя образца и удовлетворяет «эталону», а по относительному удлинению близко к значению без наполнителя.

Сравнивая между собой материалы с 2–4 и 4–6 мм волокнистого наполнителя, можно отметить, что такие показатели, как условная прочность, относительное удлинение и остаточное относительное удлинение лучше у материала с волокнистым наполнителем размером 2–4 мм; плотность и твёрдость у них практически не отличаются, а сопротивление истиранию у образца 2–4 мм уступает образцу 4–6 мм

на 4,7 %, что является незначительным отклонением. В связи со сказанным выше рекомендуется использовать рецептуру, в которой волокнистым наполнителем будет полипропиленовое волокно размером 2–4 мм.

Для дальнейшего исследования были отсортированы волокна размером, приблизительно равным 3 мм, приготовлена композиция по рецептуре

и технологии, описанной выше. На предприятии ЧПУП «Обувное ремесло» была проведена производственная апробация изготовления подошв обуви. Полученные образцы подошв испытывали по тому же комплексу физико-механических и эксплуатационных свойств, что и материалы. Результаты испытания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты испытания подошв из вторичного пенополиуретана и полипропиленовых волокон

Образец	Плотность, г/см ³	Твёрдость, усл. ед	Условная прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное остаточное удлинение, %	Сопротивление истиранию, Дж/мм ³	Сопротивление многократному изгибу, циклов
3 мм	1,03	78–80	4,9–5,05	239–242	18–19	5,9–6,0	30 000
Требование «эталона», для волокнисто-наполненных	не более 1,1	не менее или в пределах 80–95	не менее 5,0	не менее или в пределах 180–300	не более 15–30	не менее 5,9	не менее 20 000

Как видно из таблицы 2 и 3, значения показателей свойств материалов с волокнистым наполнителем размером 2–4 мм и подошв с наполнителем 3 мм схожи между собой и отвечают требованиям эталона.

ОЦЕНКА СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

Управление качеством продукции, начиная со стадии планирования и заканчивая эксплуатацией, требует знаний свойств, определяющих качество, умения правильно измерять и объективно оценивать важнейшие показатели качества, а также достоверно прогнозировать количественные характеристики свойств продукции. В свою очередь «качество продукции» в соответствии с ГОСТ 15467-79 – это совокупность свойств продукции, обуславливающих её способность удовлетворять определённые потребности в соответствии с её назначением [10].

Один из способов оценки качества материалов состоит в том, что учитывает аналогии между составом и свойствами исследуемого материала и материала, свойства которого уже известны. Данный способ был взят за основу для оценки качества

исследуемых образцов подошв. В качестве «эталонного материала» выступали нормируемые значения для материалов аналогичной структуры. Для этого проводилась оценка уровня качества полученных материалов с «эталонными» путем сравнения полученных значений показателей физико-механических и эксплуатационных свойств с нормируемыми значениями.

В связи с тем, что нет государственного стандарта с показателями качества материалов и подошв с волокнистым наполнителем, были проанализированы источники, где указаны значения показателей качества. В результате поиска были найдены следующие источники:

- учебное пособие П. С. Карабанова «Полимерные материалы для деталей низа обуви» [11];
- интернет-источник на тему «Ассортимент и качественная характеристика обувных резиновых пластин и деталей» [12].

По найденным значениям, в данных источниках, был выбран аналогичный по структуре, свойствам и технологии изготовления эталонный образец (табл. 4) и были выбраны нормируемые «эталонные» значения.

Таблица 4 – Нормируемые значения

	Плотность, г/см ³	Твёрдость, усл. ед.	Условная прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное остаточное удлинение, %	Сопротивление истиранию, Дж/мм ³	Сопротивление многократному изгибу, циклов
Пластины и подошвы с волокнистым наполнителем	1,1	85	5,0	240	23	5,9	20

На основе приведенных данных испытаний рассчитывалось отношение каждого показателя исследуемых материалов к значениям «эталона», эталон принимался за 100 %. Для комплексной оценки качества материалов использовали «многоугольник

качества», для наглядного представления которого данные отображаются в виде лепестковой диаграммы.

На рисунке 4 представлена лепестковая диаграмма для волокнисто-наполненных материалов.

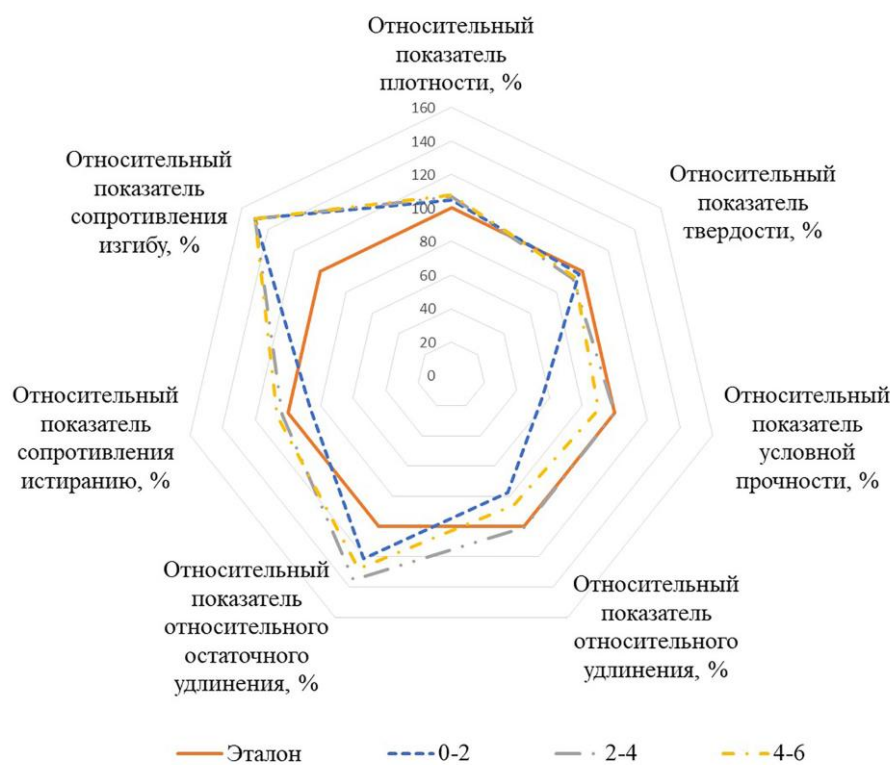


Рисунок 4 – Лепестковая диаграмма для волокнисто-наполненных материалов

Площадь треугольников вычисляется по формуле (1)

$$S = 1/2 \cdot a \cdot b \cdot \sin(\alpha), \quad (1)$$

где S – площадь треугольника; a и b – длина сторон треугольника; α – угол между сторонами a и b .

Комплексная оценка уровня качества образцов есть результат сопоставления площади многоугольника с эталоном, который отражает площадь максимально возможного уровня. Показатель качества в этом случае вычисляется по формуле (2)

$$K = \frac{S_i}{S_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где S_i – площадь лепестковой диаграммы исследованных образцов; $S_{\text{эт}}$ – площадь лепестковой диаграммы материалов, взятых за «эталон».

Вычислены значения площадей многоугольников для волокнисто-наполненных материалов, приведенные в таблице 5.

Вычисленные показатели качества приведены в таблице 6 для волокнисто-наполненных материалов.

Таблица 5 – Значения площадей многоугольников волокнисто-наполненных материалов

Показатель	Образцы			Эталон
	0–2 мм	2–4 мм	4–6 мм	
Относительный показатель плотности, %	3998,95	3880,13	3967,77	3909,16
Относительный показатель твердости, %	2137,62	3633,22	3311,29	3909,16
Относительный показатель условной прочности, %	1696,57	3925,45	3019,82	3909,16
Относительный показатель относительного удлинения, %	3667,41	5310,90	4287,40	3909,16
Относительный показатель остаточного относительного удлинения, %	4090,49	5468,14	5333,68	3909,16
Относительный показатель сопротивления истиранию, %	5068,65	6062,51	6261,28	3909,16
Относительный показатель сопротивления изгибу, %	6142,96	6262,24	6323,64	3909,16

Таблица 6 – Значения интегральных показателей для волокнисто-наполненных материалов

Показатель	0-2	2-4	4-6	Эталон
Площадь лепестковой диаграммы	26803	34543	32505	27364
Показатель качества, %	97,95	126,23	118,79	100

Полученные значения показателя качества для исследованных образцов подошв варьируют от 97,95 % до 126,23 %. Согласно данным значениям можно сделать вывод, что материалы с волокнистым наполнителем размером 0–2 мм не в полной мере удовлетворяют требованиям взятого эталона и, следовательно, не рекомендуются для использования в производстве подошв обуви. Образцы с волокнистым наполнителем 2–4 мм и 4–6

удовлетворяют требованиям эталона, однако показатель качества у образца с волокнистым наполнителем 2–4 мм на 7,44 % выше, чем у образца с размером волокнистого наполнителя 4–6 мм.

Методика оценки качества подошв идентична оценке качества материалов.

На рисунке 5 представлена лепестковая диаграмма для волокнисто-наполненной подошвы с полипропиленовым волокном размером около 3 мм.



Рисунок 5 – Лепестковая диаграмма для волокнисто-наполненной подошвы

Площадь треугольников также вычисляется по формуле (1), а комплексная оценка уровня качества по формуле (2).

Площади треугольников для волокнисто-наполненной подошвы с длиной волокнистого наполнителя 3 мм представлена в таблице 7.

Вычисленные показатели качества подошв приведены в таблице 8. Полученное значение показателя качества для исследованного образца подошв с волокнистым наполнителем длиной около 3 мм составляет 151,21 %, что на 51,21 % превышает значения «эталона».

Таблица 7 – Значения площадей многоугольников волокнисто-наполненной подошвы

Показатель	Образец подошвы	Эталон
Относительный показатель плотности, %	3880,13	3909,16
Относительный показатель твердости, %	3633,22	3909,16
Относительный показатель условной прочности, %	3925,45	3909,16
Относительный показатель относительного удлинения, %	4751,86	3909,16
Относительный показатель относительного остаточного удлинения, %	4812,34	3909,16
Относительный показатель сопротивления истиранию, %	9938,54	3909,16
Относительный показатель сопротивления изгибу, %	10437,07	3909,16

Таблица 8 – Значения интегральных показателей для волокнисто-наполненной подошвы

Показатель	Образец подошвы	Эталон
Площадь лепестковой диаграммы	41379	27364
Показатель качества, %	151,21	100

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В обувной промышленности образуется большое количество отходов, большинство которых являются безвозвратными и не используются, в связи с этим необходимо их утилизировать. К одному из направлений снижения отходов относится их переработка или так называемое их повторное использование.

Таким образом, был проведён анализ основных ингредиентов для приготовления композиции, определена рецептура и технология изготовления композиционных материалов и подошв с волокнистым наполнителем, проведена промышленная апробация материалов и подошв и исследование их физико-механических и эксплуатационных свойств.

Проведённое исследование показало, что образец с волокнистым наполнителем 0–2 мм имеет неудовлетворительные данные по всем вышеперечисленным показателям. Образец с наполнителем 4–6 мм уступает по показателям «условная прочность», «относительное удлинение», «относительное остаточное удлинение» образцу с наполнителем 2–4 мм; по показателям плотность, твёрдость они практически не отличаются, а по показателю сопротивление истиранию образец 2–4 уступает образцу 4–6 на 4,7 %, что является

незначительным отклонением. В связи с вышесказанным, для дальнейшего исследования были выбраны материалы 2–4 мм и отсортированы волокна размером около 3 мм (как среднее значение интервала длины волокна).

Исследование образцов подошв с волокнистым наполнителем размером 3 мм показало, что их свойства схожи со свойствами материалов (2–4 мм) и отвечают требованиям «эталона».

Комплексная оценка посредством построения лепестковой диаграммы качества или «многоугольника качества» и расчёта интегральных показателей качества, подтвердили данные, полученные при расчёте физико-механических и эксплуатационных свойств. Так, полученные значения показателя качества для исследованных образцов материалов варьируются от 97,95 % до 126,123 %, наилучшим среди них образцом считается образец с размером 2–4 мм. Показатель качества образца подошвы с волокнистым наполнителем размером 3 мм составил 151,21 %, что на 51,21 % лучше «эталона».

Исследование позволило получить полимерный материал, который отвечает требованиям нормативной документации, что позволит использовать его в качестве подошв для повседневной обуви.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чукасова-Ильющкина, Е. В. Применение волокнистых отходов в композиционных строительных смесях / Е. В. Чукасова-Ильющкина, Н. Н. Ясинская, А. Г. Коган // Вестник учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». – 2005. – Вып. 9. – С. 25–28.
2. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения : ГОСТ 30772-2001. – Введ. 01.07.2002. – Минск : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 15 с.
3. О преимуществах нанотехнологий при формировании экологически безопасных композиций для литья низа обуви (Сообщение 1) / В. Т. Порохов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 13. – С. 146–151.
4. Радюк, А. Н. Технология получения волокнисто-наполненных подошв обуви на основе отходов производства / А. Н. Радюк, А. Н. Буркин // Повышение энергоресурсоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности (ISTS «EESTE-2021») : сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума, посвященного 110-летию А. Н. Плановского, в рамках Третьего Международного Косыгинского форума «Современные задачи инженерных наук», Москва, 20–21 октября 2021 г. / РАН. – М. : РГУ им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2021. – Т. 1. – С. 367–370.
5. Радюк, А. Н. Получение и свойства композиционных полимерных материалов с волокнистым наполнителем / А. Н. Радюк // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования : материалы V Республиканской научно-технической конференции молодых ученых, Гомель, 12–14 ноября 2018 г. – Гомель : ИММС НАН Беларуси, 2018. – С. 27–28.
6. Буркин, А. Н. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков. – Витебск : УО «ВГТУ», 2000. – 118 с.
7. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов / А. Н. Буркин [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2001. – 173 с.
8. Радюк, А. Н. Технология получения композиций для низа обуви с использованием отходов пенополиуретанов / А. Н. Радюк, М. А. Козлова // Новые материалы, оборудование и технологии в

промышленности : материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 24–25 октября 2019 г. – Могилев, 2019. – С. 87.

9. Материалы и технологии получения изделий на основе отходов полиуретанов / А. Н. Радюк [и др.] // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2020. – № 1 (38). – С. 100–112.

10. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения : ГОСТ 15467-79. – Введ. 1979-07-01. – М. : Стандартинформ, 2009. – 21 с.

11. Карабанов, П. С. Полимерные материалы для деталей низа обуви / П. С. Карабанов, А. П. Жихарев, В. С. Белгородский – М. : КолосС, 2008. – 167 с.

12. Ассортимент и качественная характеристика обувных резиновых пластин и деталей. Физико-механические свойства резиновых подошвенных пластин и подошв [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://shoeslib.ru/books/item/f00/s00/z0000006/st020.shtml>. – Дата доступа: 05.01.2022.

REFERENCES

1. Chukasova-Ilyushkina, E. V. The use of fibrous waste in composite building mixtures / E. V. Chukasova-Ilyushkina, N. N. Yasinskaya, A. G. Kogan // Bulletin of the educational institution "Vitebsk State Technological University". – 2005. – Issue. 9. – P. 25–28.

2. Resource saving. Waste management. Terms and definitions : GOST 30772-2001. – Input. 07/01/2002. – Minsk : IPK Standards Publishing House, 2002. – 15 p.

3. On the advantages of nanotechnology in the formation of environmentally friendly compositions for molding the bottom of shoes (Message 1) / V. T. Porokhov [et al.] // Bulletin of the Kazan Technological University. – 2014. – V. 17, № 13. – P. 146–151.

4. Radyuk, A. N. Technology for obtaining fiber-filled shoe soles based on production waste / A. N. Radyuk, A. N. Burkin // Improving the energy and resource efficiency and environmental safety of processes and apparatuses of the chemical and related industries (ISTS "EESTE-2021") : a collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium dedicated to the 110th anniversary of A. N. Planovsky, within the framework of Third International Kosygin Forum "Modern problems of engineering sciences", Moscow, October 20–21, 2021 / RAS. – М. : RGU im. A. N. Kosygina (Technology. Design. Art), 2021. – Vol. 1. – P. 367–370.

5. Radyuk, A. N. Obtaining and properties of composite polymer materials with fibrous filler / A. N. Radyuk // New functional materials, modern technologies and research methods : materials of the V Republican Scientific and Technical Conference of Young Scientists, Gomel, 12–14 November 2018. – Gomel : IMMS NAS of Belarus, 2018. – P. 27–28.

6. Burkin, A. N. Solid waste processing of footwear enterprises in Vitebsk / A. N. Burkin, K. S. Matveev, V. K. Smelkov. – Vitebsk : UO "VGTU", 2000. – 118 p.

7. Shoe materials from polyurethane foam waste / A. N. Burkin [et al.]. – Vitebsk : UO "VGTU", 2001. – 173 p.

8. Radyuk, A. N. Technology for producing compositions for the bottom of shoes using polyurethane foam waste / A. N. Radyuk, M. A. Kozlova // New materials, equipment and technologies in industry : materials of the International Scientific and Technical Conference of Young Scientists, Mogilev, October 24–25, 2019 – Mogilev, 2019. – P. 87.

9. Materials and technologies for obtaining products based on polyurethane waste / A. N. Radyuk [et al.] // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2020. – № 1 (38). – P. 100–112.

10. Product quality management. Basic concepts. Terms and definitions : GOST 15467-79. – Input. 1979-07-01. – М. : Standartinform, 2009. – 21 p.

11. Karabanov, P. S. Polymeric materials for shoe bottom parts / P. S. Karabanov, A. P. Zhikharev, V. S. Belgorodsky – М. : KolosS, 2008. – 167 p.

12. Range and quality characteristics of shoe rubber plates and parts. Physical and mechanical properties of rubber sole plates and soles [Electronic resource]. – Access mode: <http://shoeslib.ru/books/item/f00/s00/z0000006/st020.shtml>. – Access date: 01/05/2022.

SPISOK LITERATURY

1. Chukasova-Il'jushkina, E. V. Primenenie voloknistyh othodov v kompozicionnyh stroitel'nyh smesjah / E. V. Chukasova-Il'jushkina, N. N. Jasinskaja, A. G. Kogan // Vestnik uchrezhdenija obrazovanija "Vitebskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet". – 2005. – Vyp. 9. – S. 25–28.

2. Resursoberezenie. Obrashhenie s othodami. Terminy i opredelenija : GOST 30772-2001. – Vved. 01.07.2002. – Minsk : IPK Izdatel'stvo standartov, 2002. – 15 s.

3. O preimushhestvah nanotehnologij pri formirovanii jekologicheski bezopasnyh kompozicij dlja lit'ja niza obuvi (Soobshhenie 1) / V. T. Porokhov [i dr.] // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2014. – T. 17, № 13. – S. 146–151.

4. Radjuk, A. N. Tehnologija poluchenija voloknisto-napolnennyh podoshv obuvi na osnove othodov proizvodstva / A. N. Radjuk, A. N. Burkin // Povyshenie jenergoresursojektivnosti i jekologicheskoy bezopasnosti processov i apparatov himicheskoy i smezhnyh otraslej promyshlennosti (ISTS "EESTE-2021") : sbornik nauchnyh trudov

Mezhdunarodnogo nauchno-tehnicheskogo simpoziuma, posvjashennogo 110-letiju A. N. Planovskogo, v ramkah Tret'ego Mezhdunarodnogo Kosyginskogo foruma "Sovremennye zadachi inzhenernyh nauk", Moskva, 20–21 oktjabrja 2021 g. / RAN. – M. : RGU im. A. N. Kosygina (Tehnologii. Dizajn. Iskusstvo), 2021. – T. 1. – S. 367–370.

5. Radjuk, A. N. Poluchenie i svojstva kompozicionnyh polimernyh materialov s voloknistym napolnitelem / A. N. Radjuk // Novye funkcional'nye materialy, sovremennye tehnologii i metody issledovaniya : materialy V Respublikanskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii molodyh uchenyh, Gomel', 12–14 nojabrja 2018 g. – Gomel' : IMMS NAN Belarusi, 2018. – S. 27–28.

6. Burkin, A. N. Pererabotka tverdyh othodov obuvnyh predpriyatij g. Vitebska / A. N. Burkin, K. S. Matveev, V. K. Smelkov. – Vitebsk : UO "VGTU", 2000. – 118 s.

7. Obuvnye materialy iz othodov penopoliuretanov / A. N. Burkin [i dr.]. – Vitebsk : UO "VGTU", 2001. – 173 s.

8. Radjuk, A. N. Tehnologija poluchenija kompozicij dlja niza obuvi s ispol'zovaniem othodov penopoliuretanov / A. N. Radjuk, M. A. Kozlova // Novye materialy, oborudovanie i tehnologii v promyshlennosti : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii molodyh uchenyh, Mogilev, 24–25 oktjabrja 2019 g. – Mogilev, 2019. – S. 87.

9. Materialy i tehnologii poluchenija izdelij na osnove othodov poliuretanov / A. N. Radjuk [i dr.] // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2020. – № 1 (38). – S. 100–112.

10. Upravlenie kachestvom produkcii. Osnovnye ponjatija. Terminy i opredelenija : GOST 15467-79. – Vved. 1979-07-01. – M. : Standartinform, 2009. – 21 s.

11. Karabanov, P. S. Polimernye materialy dlja detalej niza obuvi / P. S. Karabanov, A. P. Zhiharev, V. S. Belgorodskij – M. : KolosS, 2008. – 167 s.

12. Assortiment i kachestvennaja harakteristika obuvnyh rezinovyh plastin i detalej. Fiziko-mehaničeskie svojstva rezinovyh podoshvennyh plastin i podoshv [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://shoeslib.ru/books/item/f00/s00/z0000006/st020.shtml>. – Data dostupa: 05.01.2022.

Разработка библиотеки для 3D-моделирования многослойного гибридного трикотажа управляемой структуры

Д.И. Быковский^а, А.В. Чарковский

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

^аE-mail: denisbykouskij@yandex.ru

Аннотация. В работе с помощью системы автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D» построены базовые параметрические трехмерные модели трикотажа переплетений кулирная гладь, платированная гладь и плюшевых переплетений. На языке C++ разработан визуальный интерфейс и написан программный код приложения, позволяющего осуществлять автоматизированное построение пользовательских 3D-моделей на основе базовых. Библиотека использована в учебном процессе для наглядной демонстрации обучающимся особенностей переплетений трикотажа и влияния линейной плотности и сырья на структуру трикотажа. Библиотека использована авторами в процессе выполнения научных исследований трикотажа.

Ключевые слова: САПР, КОМПАС-3D, прикладная библиотека, 3D-модель, гибридный трикотаж, трикотажное переплетение.

Development of the Library for 3D Modeling of Hybrid Multilayer Knit of Regulated Structure

D. Bykouski^a, A. Charkovskij

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

^aE-mail: denisbykouskij@yandex.ru

Annotation. Using the "KOMPAS-3D" computer-aided design system, basic parametric three-dimensional models of plain knitted fabrics, plated knitted fabrics, plush knitted fabrics were built. The program code of the application library was written in C++. The application library allows the user to automatically create custom 3D models. A visual interface of the library was developed. The library is used in the educational process to visually demonstrate to students the features of structure of knitted fabrics. The library was used by the authors in scientific research on the development of knitted fabrics with improved hygienic properties.

Key words: CAD, KOMPAS-3D, application library, 3D models, hybrid knitwear, the stitch pattern of knitted fabric.

3D-технологии и системы автоматизированного проектирования (САПР) используются в различных областях человеческой деятельности: машиностроении, архитектуре, строительстве, искусстве и т. д. [1–7].

Благодаря 3D-моделированию есть возможность оценить физические свойства, внешний вид и другие характеристики изделий еще до их изготовления. Благодаря САПР сокращается время разработки и себестоимость изделий, процесс производства автоматизируется. В трикотажном производстве использование трехмерного моделирования находится на начальном этапе.

Актуальной является задача разработки программы для 3D-моделирования и автоматизированного проектирования трикотажа, способной автоматически создавать 3D-модели трикотажа с учетом переплетения, вида сырья нити

(пряжи) и ее линейной плотности, а также осуществлять расчет его параметров. Разработка программы была осуществлена на базе системы автоматизированного проектирования (САПР) КОМПАС-3D [8], созданной компанией АСКОН. Согласно описанию на сайте производителя, КОМПАС-3D – мощная и универсальная система трёхмерного проектирования, которая предоставляет широкие возможности твердотельного, поверхностного и прямого моделирования. Разработчики системы предоставляют автоматизированный программный интерфейс, чтобы дать возможность сторонним программистам разрабатывать новые библиотеки (дополнительные программные модули для различных целей) для системы КОМПАС-3D.

Был запланирован следующий порядок работы программы:

1) предоставление возможности пользователю выбрать переплетение трикотажа, вид сырья нити (пряжи), ее линейную плотность, задать число петельных столбиков и петельных рядов;

3) расчет параметров модели на основе введенных пользователем исходных данных;

4) подключение к системе КОМПАС-3D, установленной на компьютере пользователя;

5) открытие в ней файла базовой модели;

6) замена ее переменных на новые значения, рассчитанные в соответствии с исходными данными, выбранными пользователем, и создание таким образом новой модели переплетения с пользовательскими параметрами;

7) сохранение новой модели на жесткий диск;

8) вывод рассчитанных параметров переплетения на экран и предоставление возможности сохранить значение этих параметров в текстовый файл.

С целью облегчения изучения и прогнозирования свойств трикотажа его сложную структуру представляют геометрической моделью, которая с различной степенью точности аппроксимирует фактическую структуру трикотажа и форму его петель, причем в геометрической модели толщина нити принимается одинаковой на всех участках петли, а форма сечения нити принимается за круг. Толщина нити усредняется и характеризуется средним диаметром [9]. В программе реализована возможность работы с 3D-моделями трикотажа переплетений: кулирная гладь, платированная гладь, плюшевых переплетений.

Трикотаж переплетения кулирная гладь состоит из петель, одинаковых по форме и величине и образованных последовательно вдоль петельного ряда одной и той же нитью [10]. В трикотаже переплетения платированная гладь петли образованы из двух нитей: грунтовой и платировочной. Платировочная нить образует петли на лицевой стороне, а грунтовая – петли на изнаночной стороне трикотажа. В трикотаже плюшевого переплетения петли образованы из двух нитей, одна из которых имеет увеличенные протяжки, формирующие ворсовую поверхность.

Первым шагом в процессе разработки являлось создание базовой параметрической трехмерной модели переплетения кулирная гладь в системе КОМПАС-3D. В модели заданы переменные: d – диаметр нити (пряжи); A – величина петельного шага; B – высота петельного столбика; $Columns$ – число петельных столбиков; $Rows$ – число петельных рядов.

Далее на основе описанной модели была построена базовая параметрическая трехмерная модель переплетения платированная гладь. В модели заданы переменные: $d1$ – диаметр нити (пряжи) на лицевой стороне; $d2$ – диаметр нити (пряжи) на изнаночной стороне; A – величина петельного шага; B – высота петельного столбика; $Columns$ – число петельных столбиков; $Rows$ – число петельных рядов.

Далее на основе модели платированного переплетения была построена базовая

параметрическая трехмерная модель плюшевого переплетения. В модели заданы переменные: $d1$ – диаметр нити (пряжи) на лицевой стороне; $d2$ – диаметр нити (пряжи) на изнаночной стороне; A – величина петельного шага; B – высота петельного столбика; $Columns$ – число петельных столбиков; $Rows$ – число петельных рядов, $a1$ – высота ворса нити (пряжи) на лицевой стороне, $a2$ – высота ворса нити (пряжи) на изнаночной стороне.

Следующим шагом в создании библиотеки стало создание визуального интерфейса приложения и написание программного кода для расчета параметров переплетения и осуществления перестроения модели. Для этого была использована система Embarcadero RAD Studio и язык программирования C++. Визуальный интерфейс показан на рисунке 1.

Интерфейс содержит элемент выбора переплетения трикотажа, числовые поля ввода линейной плотности, элементы выбора вида сырья нити (пряжи) из списка предложенных. Также на рабочем поле находится блок параметров управления построением модели плюшевого переплетения, в котором предусмотрена возможность выбора ворсовой нити и задания высоты ворса. Справа расположено зеленое поле для вывода рассчитанных программой параметров переплетения трикотажа. Ниже находится блок с двумя числовыми полями для ввода чисел петельных рядов и петельных столбиков. Рядом с этими полями расположена кнопка «Построить модель», нажатие на которую запускает процесс построения модели.

Далее был написан программный код для расчета параметров переплетения и осуществления перестроения модели. Структура программы соответствует принципам объектно-ориентированного программирования. Геометрические параметры трикотажа в программе рассчитываются согласно [10].

Диаметр нити (пряжи) в сильно сжатом состоянии приравнивают к условному диаметру:

$$d_y = 0,0357 \sqrt{T\gamma^{-1}},$$

где T – линейная плотность нити (пряжи), текс; γ – плотность вещества нити (пряжи), г/см³.

Диаметр нити (пряжи) в свободном состоянии приравнивают к расчетному диаметру:

$$d_p = 0,0357 \sqrt{T\delta^{-1}},$$

где δ – объемная масса нити (пряжи), г/см³.

Величины плотности вещества и объемной массы в зависимости от материала нити (пряжи), приведенные в [10], сохранены в программе для семнадцати различных видов сырья. В геометрических моделях толщина нити приравнивается к расчетному диаметру или к среднему диаметру, который равен среднему арифметическому значений расчетного и условного

диаметров. В программе толщина нити пряжи принята равной среднему диаметру:

$$d = \frac{d_y + d_p}{2}.$$

Согласно геометрической модели Далидовича часто при проектировании трикотажных переплетений кулирная гладь, платированная гладь и плюшевых переплетений принимают петельный шаг $A = 4d$. Тогда высота петельного ряда $B = 0,865A$. Эти зависимости были заданы в программе для расчета.

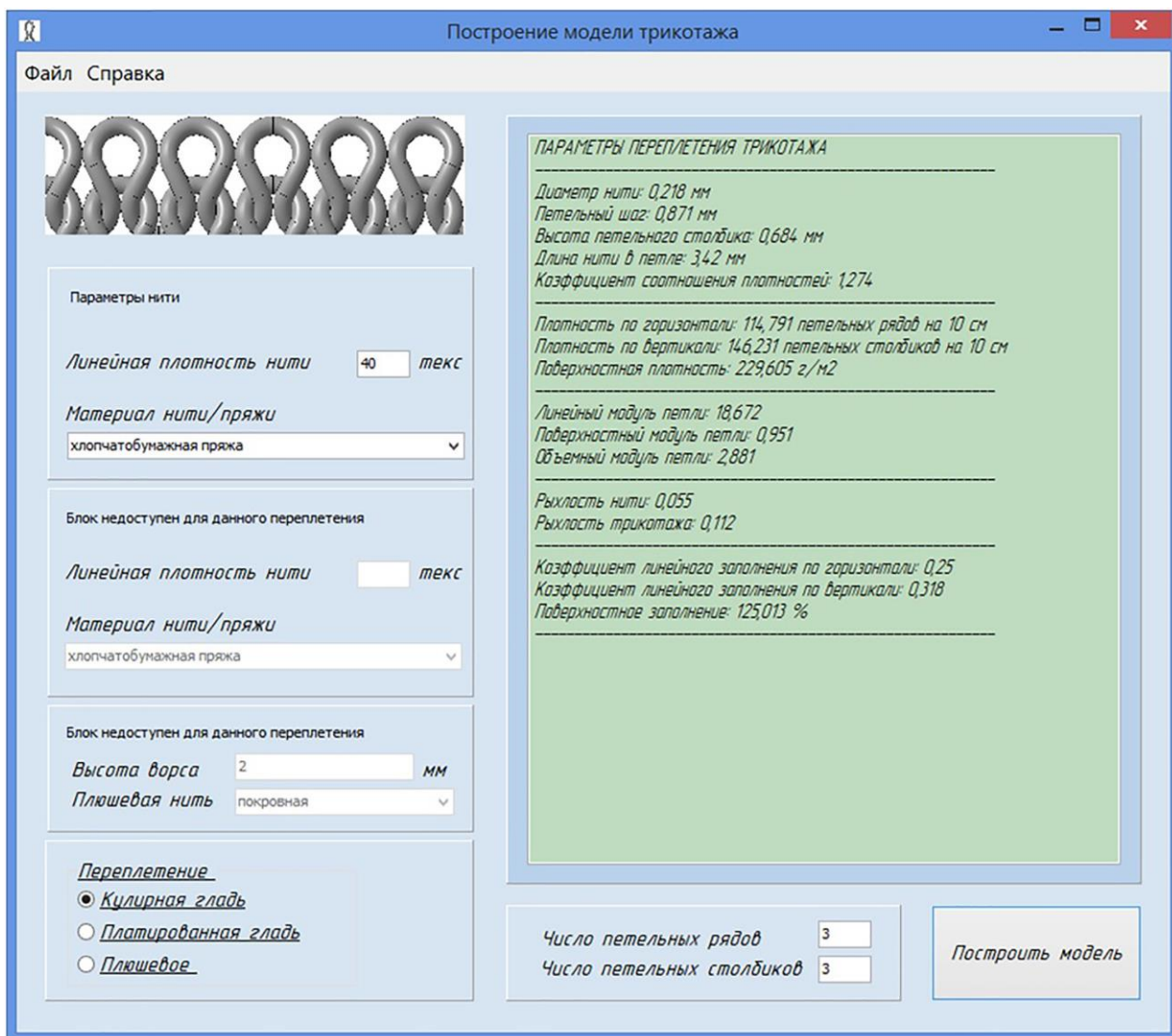


Рисунок 1 – Визуальный интерфейс библиотеки

Длина нити в петле для трикотажа переплетения кулирная гладь определяется по формуле:

$$l = 1,57A + 2B + \pi d.$$

Плотность по горизонтали рассчитывается в программе по формуле:

$$P_G = \frac{100}{A}.$$

Плотность по вертикали рассчитывается в программе по формуле:

$$P_B = \frac{100}{B}.$$

Коэффициент соотношения плотностей рассчитывается в программе по формуле:

$$C = \frac{A}{B}.$$

Поверхностная плотность рассчитывается в программе по формуле:

$$\rho = \frac{1T}{AB}.$$

Линейный модуль петли (число толщин нити в одной длине петли):

$$\sigma_l = \frac{l}{d_y}$$

Поверхностный модуль петли:

$$\sigma_{\Pi} = \frac{AB}{ld_y}$$

Объемный модуль петли:

$$\sigma_O = \frac{4ABM}{ld_y^2\pi}$$

где M – толщина петли.

Коэффициент линейного заполнения по вертикали:

$$E_B = \frac{d}{B}$$

Коэффициент линейного заполнения по горизонтали:

$$E_A = \frac{d}{A}$$

Поверхностное заполнение:

$$E = \frac{100ld}{AB}$$

Рыхлость нити:

$$P_H = \frac{\pi d_y d_p \gamma}{4}$$

Рыхлость трикотажа:

$$P_T = \frac{4ABMP_H}{\pi d^2 l}$$

Поверхностная плотность трикотажа переплетения кулирная гладь рассчитывается в программе по формуле:

$$\rho = 10^{-4} \Pi_z \Pi_6 l T$$

Для переплетения платированная гладь дополнительно заданы зависимости, представленные ниже.

Суммарный диаметр нитей:

$$d_{\text{сум}} = d_z + d_{\text{нл}}$$

где d_z – диаметр грунтовой нити (пряжи), м; $d_{\text{нл}}$ – диаметр платировочной нити (пряжи), мм.

Длина нити в грунтовой петле определяется по формуле:

$$l_z = 1,57 A + 2B + \pi d_{\text{сум}}$$

Длина нити в покровной петле определяется по формуле:

$$l_{\text{нл}} = l_z + 0,1l_z = 1,1l_z$$

Поверхностная плотность трикотажа переплетения платированная гладь рассчитывается в программе по формуле:

$$\rho = 10^{-4} \Pi_z \Pi_6 (l_z T_z + l_{\text{нл}} T_{\text{нл}})$$

где T_z – линейная плотность грунтовой нити (пряжи), текс; $T_{\text{нл}}$ – линейная плотность платировочной нити (пряжи), текс.

Для плюшевого переплетения дополнительно заданы зависимости, представленные ниже.

Длина нити в грунтовой петле определяется по формуле:

$$l_z = 1,57 A + 2B + \pi d_{\text{сум}}$$

где $d_{\text{сум}}$ – суммарный диаметр грунтовой и плюшевой нитей, мм.

Длина нити в плюшевой петле определяется по формуле:

$$l_{\text{нл}} = l + 2a$$

где a – расстояние, составляющее разницу между отбойными плоскостями для кулирования грунтовой и плюшевой нитей, мм.

Поверхностная плотность трикотажа плюшевого переплетения рассчитывается в программе по формуле:

$$\rho = 10^{-4} \Pi_z \Pi_6 (l_z T_z + l_{\text{нл}} T_{\text{нл}})$$

где T_z – линейная плотность грунтовой нити (пряжи), текс; $T_{\text{нл}}$ – линейная плотность плюшевой нити (пряжи), текс.

Программа выводит рассчитанные параметры в зеленое поле справа в окне программы (рис. 1). На рисунке 2 представлены примеры 3D-моделей, построенных с помощью библиотеки.

Библиотека внедрена в учебный процесс кафедры ТТМ УО «ВГТУ» и кафедры ТМ УО «ВГТУ». Она используется для наглядной демонстрации обучающимся особенностей переплетения и влияния линейной плотности и сырья на структуру трикотажа. Библиотека использована авторами в процессе выполнения научных исследований, посвященных разработке трикотажа с повышенными гигиеническими свойствами.

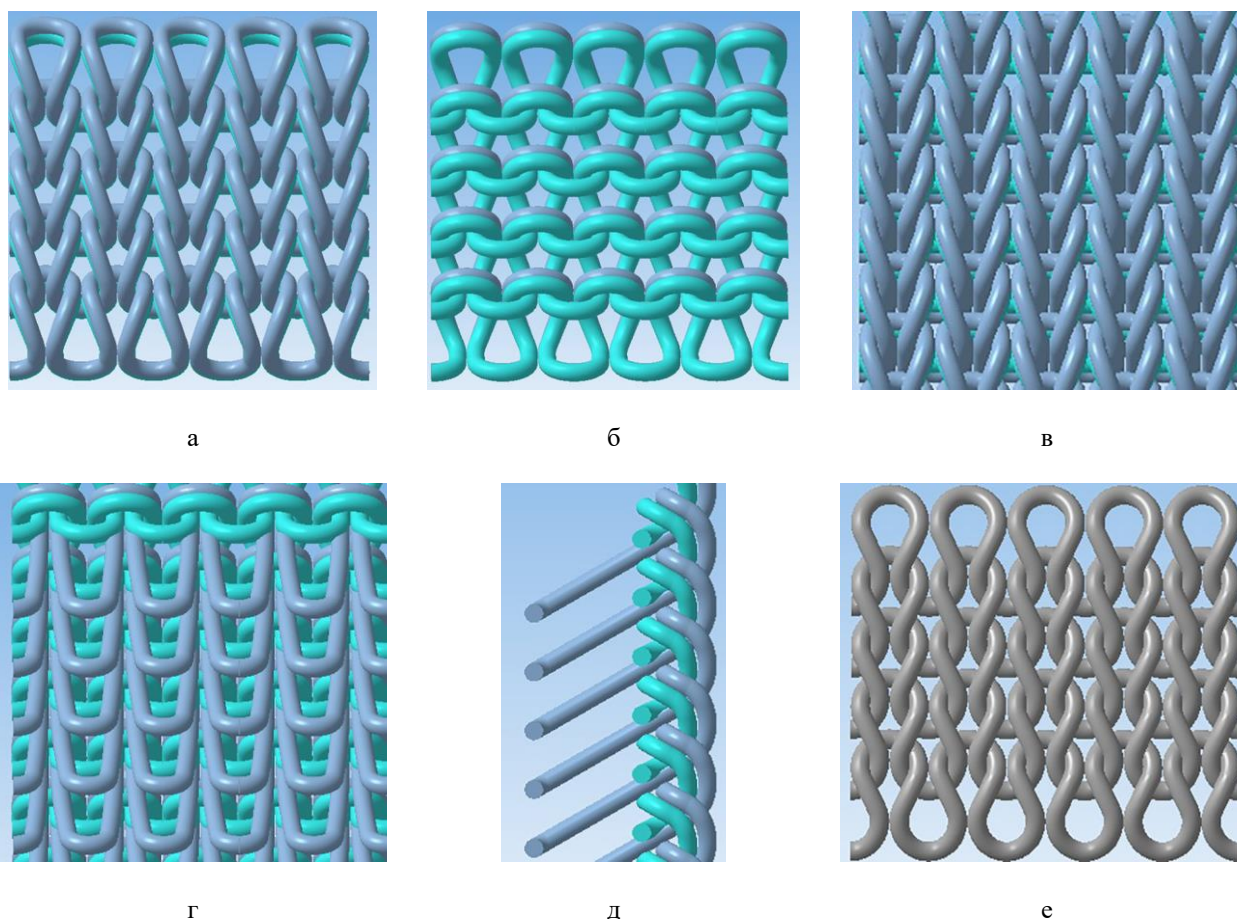


Рисунок 2 – Модели, построенные с использованием библиотеки:
а – платированная гладь (лицевая сторона); б – платированная гладь (изнаночная сторона);
в – плюшевое переплетение (лицевая сторона); г – плюшевое переплетение (изнаночная сторона);
д – плюшевое переплетение (вид сбоку); е – кулирная гладь (лицевая сторона)

ВЫВОДЫ

Разработана прикладная библиотека к САПР «КОМПАС-3D» для автоматизированного проектирования и построения 3D-моделей трикотажа переплетений кулирная гладь, платированная гладь и плюшевых переплетений. Планируется расширение набора поддерживаемых переплетений. Библиотека внедрена в учебный

процесс кафедры ТТМ УО «ВГТУ» и кафедры ТМ УО «ВГТУ» и используется для наглядной демонстрации обучающимся особенностей переплетений и влияния линейной плотности и сырья на структуру трикотажа. Библиотека использована авторами в процессе выполнения научных исследований, посвященных разработке трикотажа с повышенными гигиеническими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будяков, В. В. 3D моделирование в машиностроении / В. В. Будяков, С. В. Щербина, Т. Горис // *Аспекты развития науки, образования и модернизации промышленности : материалы XIII региональной научно-практической конференции учреждений высшего и среднего профессионального образования, Таганрог, 21 мая 2015 г.* – Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2015. – С. 277–280.
2. Николаенко, А. Н. Применение 3D-моделирования и трехмерной печати в хирургии (обзор литературы) / А. Н. Николаенко // *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал.* – 2018. – Т. 19. – С. 20–44.
3. Шубенкова, М. Ю. Компьютерное моделирование как средство архитектурно-исторического анализа / М. Ю. Шубенкова // *АМТ.* – 2008. – № 2 (3). – С. 1–9.
4. Зубова, Л. Д. Технологии 3D в проектировании. Реальность и перспективы / Л. Д. Зубова // *Нефть. Газ. Новации.* – 2015. – № 1. – С. 31–38.
5. Экономические выгоды применения комбинированных моделей BIM-ГИС в строительной отрасли. Обзор состояния в мире / В. П. Куприяновский [и др.] // *International Journal of Open Information Technologies.* – 2016. – Vol. 4., № 5. – 2016. – С. 14–24.

6. Кизилов, Е. Е. Применение 3D-моделирования в кино и видео-индустрии / Е. Е. Кизилов // Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации». – 2017. – № 1 (69). – С. 271–274.
7. Евдокимова, А. А. Разработка 3D-моделей для игр с дополненной реальностью / А. А. Евдокимова, А. К. Широков // Творчество молодых: дизайн, реклама, информационные технологии : материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2018. – С. 119–121.
8. КОМПАС-3D. Официальный сайт САПР КОМПАС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kompas.ru/>. – Дата доступа: 25.03.2022.
9. Кудрявин, Л. А. Основы технологии трикотажного производства : учеб. пособие для вузов / Л. А. Кудрявин, И. И. Шалов. – М. : Легпромбытиздат, 1991. – 496 с.
10. Чарковский, А. В. Основы процессов вязания / А. В. Чарковский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 165 с.

REFERENCES

1. Budyakov, V. V. 3D modeling in mechanical engineering / V. V. Budyakov, S. V. Shcherbina, T. Goris // Aspects of the development of science, education and modernization of industry : materials of the XIII regional scientific and practical conference of institutions of higher and secondary vocational education, Taganrog, May 21, 2015. – Rostov-on-Don : DSTU, 2015. – P. 277–280.
2. Nikolaenko, A. N. Application of 3D modeling and 3D printing in surgery (literature review) / A. N. Nikolaenko // Medline.ru. Russian biomedical journal. – 2018. – Vol. 19. – P. 20–44.
3. Shubenkova, M. Yu. Computer modeling as a means of architectural and historical analysis / M. Yu. Shubenkova // AMIT. – 2008. – № 2 (3). – P. 1–9.
4. Zubova, L. D. 3D technologies in design. Reality and prospects / L. D. Zubova // Oil. Gas. Innovations. – 2015. – № 1. – P. 31–38.
5. Economic benefits of using combined BIM-GIS models in the construction industry. Overview of the state of the world / V. P. Kupriyanovsky [et al.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Vol. 4., № 5. – 2016. – P. 14–24.
6. Kizilov, E. E. Application of 3D-modeling in the film and video industry / E. E. Kizilov // Electronic scientific and practical journal "Modern scientific research and innovation". – 2017. – № 1 (69). – P. 271–274.
7. Evdokimova, A. A. Development of 3D models for games with augmented reality / A. A. Evdokimova, A. K. Shirokov // Creativity of the young: design, advertising, information technology : materials of the XVII All-Russian scientific and practical conference of students and graduate students. – Омск : Publishing House of OmSTU, 2018. – S. 119–121.
8. KOMPAS-3D. Official site of CAD KOMPAS [Electronic resource]. – Access mode: <https://kompas.ru/>. – Access date: 03/25/2022.
9. Kudryavin, L. A. Fundamentals of knitwear production technology : textbook allowance for universities / L. A. Kudryavin, I. I. Shalov. – М. : Legprombytizdat, 1991. – 496 p.
10. Charkovsky, A. V. Fundamentals of knitting processes / A. V. Charkovsky. – Vitebsk : EE "VGTU", 2005. – 165 p.

SPISOK LITERATURY

1. Budjakov, V. V. 3D modelirovanie v mashinostroenii / V. V. Budjakov, S. V. Shherbina, T. Goris // Aspekty razvitiya nauki, obrazovaniya i modernizacii promyshlennosti : materialy XIII regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii uchrezhdenij vysshego i srednego professional'nogo obrazovaniya, Taganrog, 21 maja 2015 g. – Rostov-na-Donu : DGTU, 2015. – S. 277–280.
2. Nikolaenko, A. N. Primenenie 3D-modelirovaniya i trehmernoj pečati v hirurgii (obzor literatury) / A. N. Nikolaenko // Medline.ru. Rossijskij biomedecinskij zhurnal. – 2018. – T. 19. – S. 20–44.
3. Shubenkova, M. Ju. Komp'juternoe modelirovanie kak sredstvo arhitekturno-istoricheskogo analiza / M. Ju. Shubenkova // AMIT. – 2008. – № 2 (3). – S. 1–9.
4. Zubova, L. D. Tehnologii 3D v proektirovanii. Real'nost' i perspektivy / L. D. Zubova // Neft'. Gaz. Novacii. – 2015. – № 1. – S. 31–38.
5. Jekonomicheskie vygody primeneniya kombinirovannyh modelej BIM-GIS v stroitel'noj otrasli. Obzor sostojanija v mire / V. P. Kuprijanovskij [i dr.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Vol. 4., № 5. – 2016. – S. 14–24.
6. Kizilov, E. E. Primenenie 3D-modelirovaniya v kino i video-industrii / E. E. Kizilov // Jelektronnyj nauchno-prakticheskij zhurnal «Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii». – 2017. – № 1 (69). – S. 271–274.
7. Evdokimova, A. A. Razrabotka 3D-modelej dlja igr s dopolnennoj real'nost'ju / A. A. Evdokimova, A. K. Shirokov // Tvorchestvo molodyh: dizajn, reklama, informacionnye tehnologii : materialy XVII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i aspirantov. – Омск : Izd-vo OmGTU, 2018. – S. 119–121.

8. КОМПАС-3D. Oficial'nyj sayt SAPR КОМПАС [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://kompas.ru/>. – Data dostupa: 25.03.2022.
9. Kudrjavin, L. A. Osnovy tehnologii trikotazhnogo proizvodstva : ucheb. posobie dlja vuzov / L. A. Kudrjavin, I. I. Shalov. – M. : Legprombytizdat, 1991. – 496 s.
10. Charkovskij, A. V. Osnovy processov vjazanija / A. V. Charkovskij. – Vitebsk : UO «VGTU», 2005. – 165 s.

Статья поступила в редакцию 10.02.2022

Оптимизация качественного и количественного состава ферментсодержащей композиции для умягчающей отделки хлопчатобумажных текстильных материалов

Н.В. Скобова, Н.Н. Ясинская, К.А. Ленко^а

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

^аE-mail: kotya240497@mail.ru

Аннотация. Исследована зависимость технологических и гигиенических свойств хлопчатобумажных тканей от качественного и количественного состава аппретирующей ферментсодержащей композиции. Проведена оптимизация состава аппретирующей композиции, которая позволяет придать хлопчатобумажным тканям скользящий гриф, высокую гигроскопичность и воздухопроницаемость.

Ключевые слова: ферменты, гидролазы, аппрет-мягчитель, гигроскопичность, воздухопроницаемость.

Optimization of the Qualitative and Quantitative Composition of the Enzyme-Containing Composition for Softening Finishing of Cotton Textile Materials

N. Skobova, N. Yasinskaya, K. Lenko^a

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

^aE-mail: kotya240497@mail.ru

Annotation. The dependence of technological and hygienic properties of cotton fabrics on the qualitative and quantitative composition of the appretizing enzyme-containing composition has been studied. The composition of the apprete composition was optimized, which makes it possible to give cotton fabrics a sliding fretboard, high hygroscopicity and breathability.

Key words: enzymes, hydrolases, apprete-softener, hygroscopicity, breathability.

В последние годы авторами ведутся исследования по аппретированию текстильных материалов силиконовыми аппретами-мягчителями и ферментсодержащими композициями, в ходе которых полотна и изделия приобретают дополнительную гладкость и шелковистость. В настоящее время происходит значительное расширение рынка текстильных вспомогательных веществ отечественного и импортного производства, что привело к появлению большого числа новых, неизвестных потребителю, марок препаратов. Такая ситуация вызывает определенные трудности у технологов отделочного производства по выбору наиболее эффективных текстильно-вспомогательных веществ [1].

В большинстве случаев белорусские текстильные предприятия в технологиях отделки используют импортные препараты, что ведет к удорожанию производственного процесса, а соответственно, готовой продукции. Весьма актуальным для экономики Республики Беларусь является вопрос импортозамещения, поэтому в исследовании применялись белорусские препараты фирмы

ООО «Фермент», которая сравнительно недавно вышла на рынок, но уже является ведущим белорусским производителем высокоэффективных ферментных препаратов и препаратов текстильной химии.

В технологических процессах отделочного производства наибольшее значение имеют ферменты гидролитического характера (гидролазы) – целлюлазы, амилазы, липазы, лигниназы, пектиназы, ксиланазы. Ферменты этой группы катализируют процессы гидролиза, в результате чего в сложных молекулах разрывается связь между атомом углерода и атомом кислорода или азота; по месту разрыва происходит присоединение разных составных частей молекулы воды [2].

Ферменты, вызывающие разрушение целлюлозы во внешних слоях волокна на участках с наименьшей упорядоченностью молекул, способствуют удалению из волокна нецеллюлозных примесей, изменению фрикционных и механических свойств, повышению гигроскопичности и сорбционной способности по отношению к красителям и текстильно-вспомогательным веществам [3].

Целью данного эксперимента являлась оценка влияния концентрации ферментсодержащей аппретирующей композиции и активности входящего в ее состав ферментного препарата на качественные

показатели хлопчатобумажного тканого материала. Для исследований выбраны препараты RG-810R/36; RG-810R/36+Ц100 ед/г; RG-810R/36+Ц300 ед/г, характеристики которых представлены в таблице 1 [4].

Таблица 1 – Характеристики используемых препаратов производства ООО «Фермент»

Название	Характеристики
RG-810R/36	Гидрофильная силиконовая эмульсия. Оптимальные условия действия pH = 5, рабочая температура 30–50°C
RG-810R/36+Ц100	Гидрофильная силиконовая эмульсия с ферментным препаратом «Целлюлаза» активностью 100 ед/г. Оптимальные условия действия pH = 5, рабочая температура 30–50°C
RG-810R/36+Ц300	Гидрофильная силиконовая эмульсия с ферментным препаратом «Целлюлаза» активностью 300 ед/г. Оптимальные условия действия pH = 5, рабочая температура 30–50°C

В качестве объекта исследования использовались: хлопчатобумажная ткань арт. 854 (ОАО «БПХО», г. Барановичи) постельного назначения поверхностной плотностью 139 г/м².

Используя матрицу D-оптимального плана, проводилось 9 опытов. В качестве входных факторов выбраны концентрация аппретирующей композиции в пропиточной ванне и активность фермента

(целлюлазы) в ее составе. В качестве выходных параметров исследовали гигроскопичные свойства ткани (капиллярность, гигроскопичность), воздухопроницаемость, шелковистость поверхности по коэффициенту тангенциального сопротивления трению.

Уровни и интервалы варьирования входных факторов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Интервалы варьирования факторов

Параметры	Уровни варьирования		
	-1	0	1
Концентрация композиции, г/л (X_1)	10	20	30
Активность целлюлазы, ед. (X_2)	0	100	300

По результатам статистической обработки получены регрессионные модели зависимости выходных параметров от входных факторов и их графические интерпретации:

- регрессионная модель зависимости воздухопроницаемости хлопчатобумажной ткани от варьлируемых параметров:

$$VH = 554,3 + 28,8 \cdot X_1 + 24,5 \cdot X_1^2 \cdot X_2 - 34,5 \cdot X_1^2, \quad (1)$$

- регрессионная модель зависимости гигроскопичности хлопчатобумажной ткани от варьлируемых параметров:

$$GH = 8,14 - 1,11 \cdot X_1 - 0,485 \cdot X_2 + 0,552 \cdot X_2^2 \cdot X_1, \quad (2)$$

- регрессионная модель зависимости тангенциального угла сопротивления трению хлопчатобумажной ткани от варьлируемых параметров:

$$TgH = 0,404 - 0,014 \cdot X_1 - 0,011 \cdot X_1 \cdot X_2, \quad (3)$$

- регрессионная модель зависимости капиллярности хлопчатобумажной ткани от варьлируемых параметров:

$$KH = 152,67 - 4,2 \cdot X_1 + 2,83 \cdot X_1^2 + 1,75 \cdot X_1 \cdot X_2. \quad (4)$$

Анализ полученных моделей показывает, что на воздухопроницаемость, тангенциальный угол сопротивления и капиллярность в основном оказывает влияние концентрация аппрета, активность ферментов существенного влияния не оказывает. На показатель гигроскопичности оба фактора оказывают влияние в равной степени.

По полученным моделям построены поверхности отклика, приведенные на рисунках 1–4.

Для выявления области рациональных решений необходимо установить ограничения на выходные параметры (свойства материала), которые устанавливаются ГОСТ 29298-2005 [5], а также рекомендациями производителя хлопчатобумажных постельных тканей ОАО «БПХО»:

- воздухопроницаемость – не менее 520 дм³/см²*с;
- гигроскопичность – не менее 8;
- коэффициент тангенциального сопротивления трению (не нормируемый) – не более 0,4;
- капиллярность за 60 мин – не менее 150 мм/60 мин.

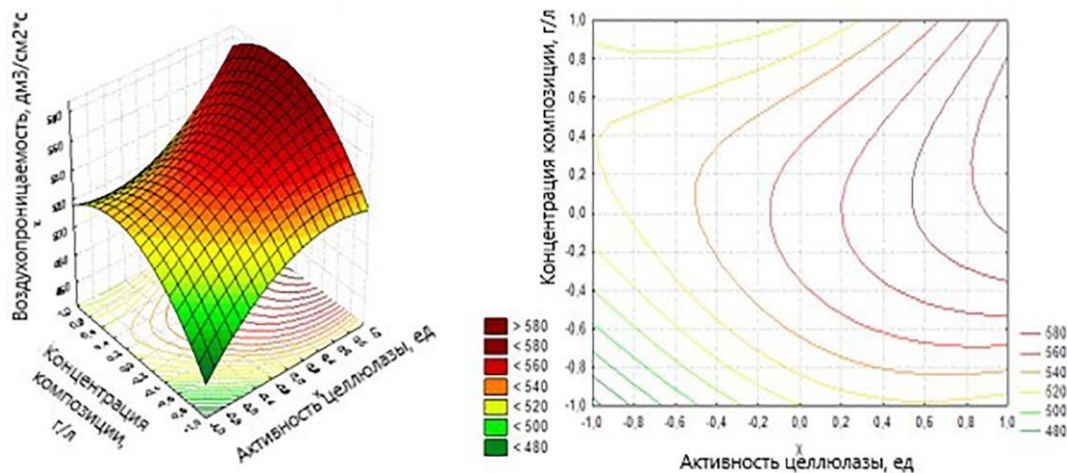


Рисунок 1 – Графическая зависимость воздухопроницаемости хлопчатобумажной ткани от концентрации композиции и активности ферментной составляющей в пропиточной ванне

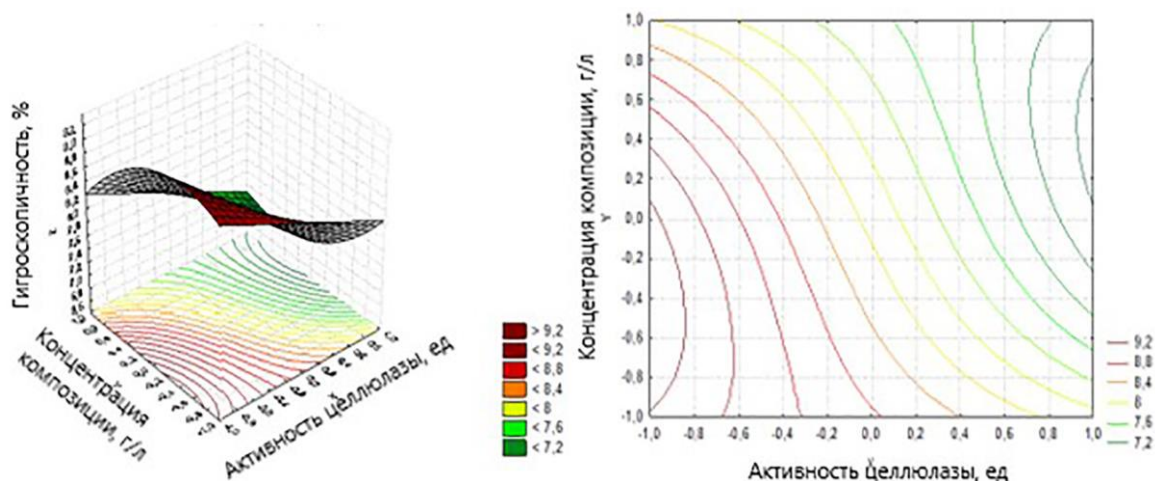


Рисунок 2 – Графическая зависимость гигроскопичности хлопчатобумажной ткани от концентрации композиции и активности ферментной составляющей в пропиточной ванне

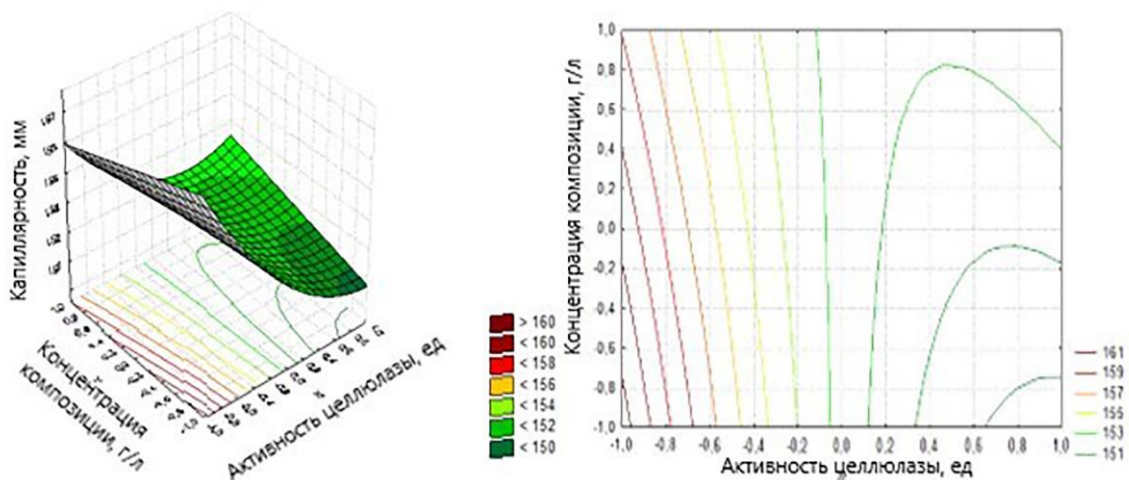


Рисунок 3 – Графическая зависимость капиллярности хлопчатобумажной ткани от концентрации композиции и активности ферментной составляющей в пропиточной ванне

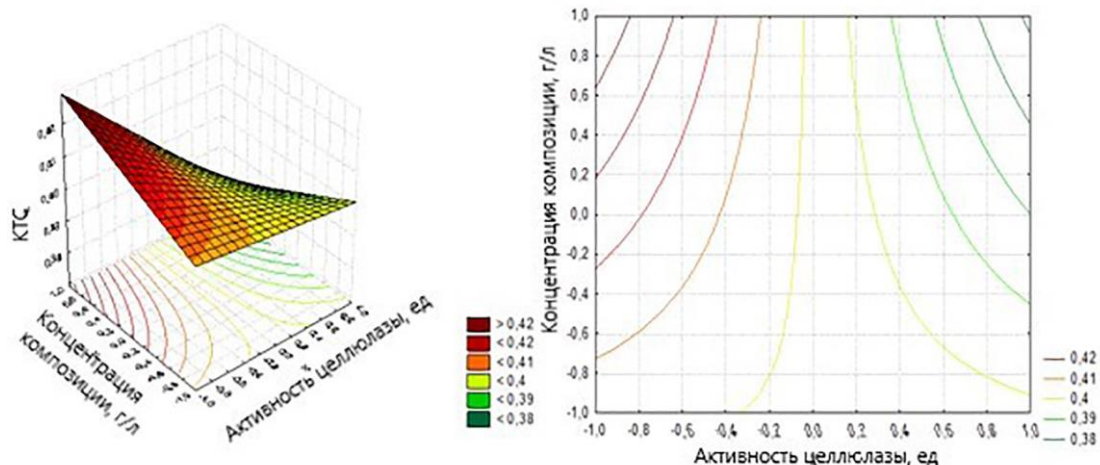


Рисунок 4 – Графическая зависимость коэффициенту тангенциального сопротивления трению хлопчатобумажной ткани от концентрации композиции и активности ферментной составляющей в пропиточной ванне

Совместив линии равного уровня по полученным моделям, построен совмещенный график линий равного уровня для принятых показателей

качества. Выявлена область рациональных значений (заштрихованная зона), представленная на рисунке 5.

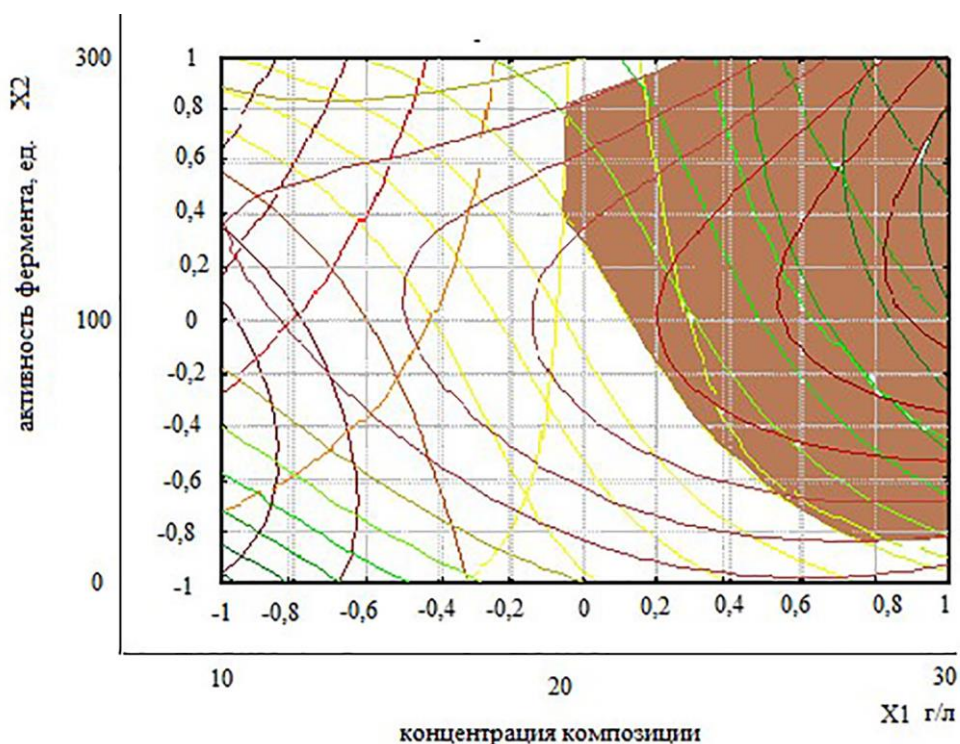


Рисунок 5 – Совмещенный график линий равного уровня

В результате проведенных исследований, а также с учетом разработанной технологии умягчающей отделки хлопчатобумажных тканей постельного назначения с использованием ферментсодержащих композиций [1], можно рекомендовать следующую технологическую схему биообработки текстильного материала (рис. 6).

Использование ферментсодержащей композиции в технологии умягчения хлопчатобумажных

текстильных материалов позволяет достичь максимальной степени скользящего грифа, повысив при этом воздухопроницаемость и влагопитывающие свойства материала и не оказывая дополнительно негативного влияния на экологическую обстановку производства и волокнообразующий полимер хлопкового волокна – целлюлозу.

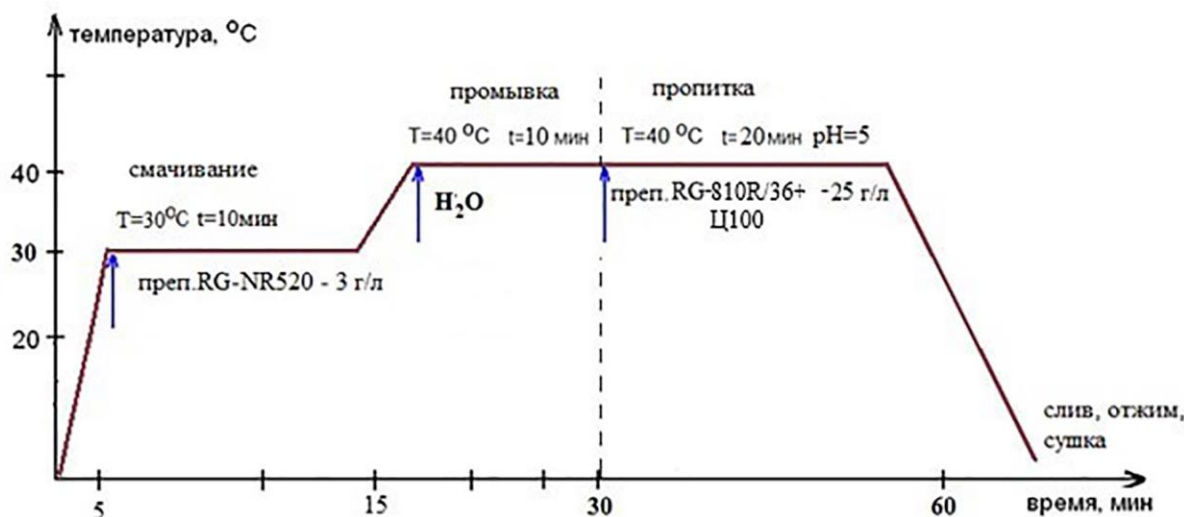


Рисунок 6 – Технологическая схема биоумягчения хлопчатобумажных постельных тканей периодическим способом для придания улучшенных гигиенических и технологических свойств

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Использование ферментов в технологиях умягчения хлопчатобумажных постельных тканей / К. А. Ленко [и др.] // Симпозиум «Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления»: сборник научных трудов III Международного Косыгинского Форума «Современные задачи инженерных наук», Москва, 20–21 октября 2021 г. / РГУ им. А. Н. Косыгина. – М., 2021. – С. 72–77.
2. Method for refining terry products using biotechnology / Natalia Yasinskayaa [et al.] // International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021), Vitebsk, 8–10 June 2021 / VGTU. – Vitebsk, 2021. – Vol. 2430. – P. 070004-1–070004-6.
3. Чешкова, А. В. Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха : учеб. пособие для ВУЗов / А. В. Чешкова. – Иваново : ГОУВПО ИГХТУ, 2007. – 282 с.
4. Официальный сайт компании «Фермент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ferment.by/ru/>. – Дата доступа: 06.01.2022.
5. Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия : ГОСТ 29298-2005. – Введ. 2007-01-01. – М. : Стандартинформ, 2006. – 9 с.

REFERENCES

1. The use of enzymes in technologies for softening cotton bedding / K. A. Lenko [et al.] // Symposium "Modern engineering problems in the production of consumer goods": a collection of scientific papers of the III International Kosygin Forum "Modern tasks of engineering sciences", Moscow, October 20–21, 2021 / Russian State University. A. N. Kosygin. – M., 2021. – P. 72–77.
2. Method for refining terry products using biotechnology / Natalia Yasinskayaa [et al.] // International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021), Vitebsk, 8–10 June 2021 / VGTU. – Vitebsk, 2021. – Vol. 2430. – P. 070004-1–070004-6.
3. Cheshkova, A. V. Enzymes and technologies for textiles, detergents, leather, fur : textbook allowance for universities / A. V. Cheshkova. – Ivanovo : GOUVPO IGHTU, 2007. – 282 p.
4. Official website of the company "Ferment" [Electronic resource]. – Access mode: <http://ferment.by/ru/>. – Access date: 01/06/2022.
5. Cotton and mixed household fabrics. General specifications : GOST 29298-2005. – Input. 2007-01-01. – M. : Standartinform, 2006. – 9 p.

SPISOK LITERATURY

1. Ispol'zovanie fermentov v tehnologijah umjagchenija hlopcatobumaznyh postel'nyh tkaney / K. A. Len'ko [i dr.] // Simpozium «Sovremennye inzhenernye problemy v proizvodstve tovarov narodnogo potreblenija»: sbornik nauchnyh trudov III Mezhdunarodnogo Kosygin'skogo Forumu «Sovremennye zadachi inzhenernyh nauk», Moskva, 20–21 oktjabrja 2021 g. / RGU im. A. N. Kosygina. – M., 2021. – S. 72–77.

2. Method for refining terry products using biotechnology / Natalia Yasinskayaa [et al.] // International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021), Vitebsk, 8–10 June 2021 / VGTU. – Vitebsk, 2021. – Vol. 2430. – P. 070004-1–070004-6.
3. Cheshkova, A. V. Fermenty i tehnologii dlja tekstilja, mojushhih sredstv, kozhi, meha : ucheb. posobie dlja VUZov / A. V. Cheshkova. – Ivanovo : GOUVPO IGHTU, 2007. – 282 s.
4. Oficial'nyj sajt kompanii «Ferment» [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ferment.by/ru/>. – Data dostupa: 06.01.2022.
5. Tkani hlochatobumazhnye i smeshannye bytovye. Obshhie tehicheskie uslovija : GOST 29298-2005. – Vved. 2007-01-01. – M. : Standartinform, 2006. – 9 s.

Статья поступила в редакцию 13.01.2022

Разработка рациональной конструкции подушки для беременных с учетом изменения антропометрических характеристик женщин

Е.С. Фанкевич, Е.Л. Лукьянова^а

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

^аE-mail: alenakul26@mail.ru

Аннотация. Подушка для беременных служит для поддержания поясницы и живота будущей мамы во время сна. Рациональная конструкция подушки подразумевает использование ее на всех сроках беременности с учетом антропометрических характеристик женщин.

Ключевые слова: беременность, подушка для беременных, антропометрия беременных.

Development of a Rational Design of the Pillow for Pregnant Women, Taking Into Account the Change in the Anthropometric Characteristics of Women

E. Fankevich, E. Lukyanova^a

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

^aE-mail: alenakul26@mail.ru

Abstract. A pillow for pregnant women serves to maintain the lower back and abdomen of the expectant mother during sleep. The rational design of the pillow implies its use at all stages of pregnancy, taking into account the anthropometric characteristics of women..

Keywords: pregnancy, pillow for pregnant women, anthropometry of pregnant women.

Для завоевания внутреннего рынка отечественные производители помимо наращивания объемов продукции должны постоянно обновлять ассортимент товаров, улучшать дизайн, заботиться об имидже, находить новые источники реализации товара и проводить ценовую политику согласно платежеспособному спросу.

Целью исследований является разработка рациональной конструкции подушки для беременных с учетом изменения антропометрических характеристик женщин.

Вынашивание ребенка – самый важный период в жизни женщины. Организм будущей мамы претерпевает огромные изменения не только внешне, но и внутри.

Как меняется тело беременной женщины по месяцам:

1 и 2 месяца – внешне тело еще не меняется. Не наблюдается и прибавка в весе – чаще на фоне токсикоза уходит пару килограмм. На втором месяце беременности происходит постепенное и планомерное увеличение количества мышечных волокон. Это необходимо для того, чтобы репродуктивный женский орган (матка) мог расти и увеличиваться в размерах, а

растягиваться матке придется существенно – примерно в 500 раз по отношению к ее размерам до беременности.

3 месяц – будущие мамы отмечают учащение мочеиспускания: матка растет и начинает сдавливать мочевой пузырь, молочные железы становятся чувствительными и заметно увеличиваются в размере, что объясняется ростом уровней прогестерона и эстрогена в крови. Область около сосков становится темнее и больше. Внешние параметры тела остаются прежними, особенно, если женщина полная. Незначительное расширение таза можно заметить по одежде. Прибавка в весе составляет 1–1,5 кг. Будущие мамы, страдавшие от токсикоза, отмечают заметное облегчение. Неудобство могут доставлять головные боли, изжога или запоры, отсутствие либо улучшение аппетита, пигментация на лице.

К 9 неделе беременности матка достигает размера гусиного яйца. И пока она уместается в пределах малого таза, живота нет, он не растет. По мере того, как репродуктивный орган подрастает и поднимается над малым тазом выше в брюшную полость, живот становится заметен. И уже после 14-15 недели беременности легко определяется такой размер,

как ВДМ – высота дна матки. Именно этой частью (широкой) матка и поднимается в брюшную полость, а рост показателя ВДМ растёт с каждой неделей беременности.

4 месяц – начинает расти живот, но для окружающих он еще не заметен. К концу 4 месяца у женщины уже меняется походка: живот выпирает вперед, а верхняя часть тела немного откидывается назад. Из неприятных моментов возможны: кровоточивость десен, дисфункция пищеварения, головокружения, предобморочное состояние, отечность в области стоп и лодыжек.

5 месяц – в этот период будущая мама ощущает первые шевеления ребеночка, а увеличивающийся живот становится заметным окружающим, кожа на животе темнеет, начинают округляться бедра за счет жировых отложений. Возможны проблемы с зубами: крошение, выпадение пломб. Некоторые женщины жалуются на судороги в ногах, выступание вен и обострение геморроя. Растущая матка приводит к запорам, учащению мочеиспускания, особенно в ночное время.

6 месяц – женщина заметно округляется, плод интенсивно растёт, что может сопровождаться сдавливанием крупных вен: болями и отечностью в ногах, выпиранием сосудов на ногах. С 6 месяца уже возможны тренировочные схватки, которые не опасны.

7 месяц – матка находится высоко и упирается в диафрагму, отечность отмечается по всему телу. Многие будущие мамы жалуются на растяжки, зуд живота, боли в спине, спать становится неудобно.

8 месяц – интенсивные движения плода могут приводить к ощутимому напряжению мускулатуры матки, будущие мамы становятся неуклюжими: возникает одышка, отеки, тяжесть при ходьбе, сильная усталость.

9 месяц – нагрузка на организм максимальная, живот опускается вниз, возможны сильные боли в спине, ногах и внизу живота, походка становится медленной и осторожной, молочные железы еще больше увеличиваются, а выделение молозива говорит о скорых родах [1].

Окружность живота при беременности – очень индивидуальное значение, так, как и до беременности она у каждой женщины своя. А вот высота дна матки (ВДМ) – более усредненный показатель. Поэтому и обхват живота, и ВДМ врач измеряет одновременно.

Окружность живота измеряют обычной сантиметровой лентой по линии самой выступающей его части, а ВДМ – в положении лежа от лобка до границ дна матки (их доктор нащупывает). Для изменения можно применять сантиметр-ленту и специальный акушерский тазомер. Обхват живота у каждой будущей мамы разный, поэтому важно не сколько сантиметров на какой неделе, а как увеличивается обхват у одной и той же женщины со временем. А вот для ВДМ существуют определенные нормы (табл. 1).

Из представленной таблицы хорошо видно, что темпы роста высоты стояния дна матки наблюдаются

только в конце последнего триместра, когда происходит опущение живота – ребенок прижимается предлежащей частью (головкой или тазовым концом) к внутреннему зеву шейки матки, оказывая на нее дополнительное давление и приводя к постепенной ее подготовке к родам.

Таблица 1 – Значения ВДМ и ОЖ для разных сроков беременности

Срок беременности	ВДМ, см	ОЖ, см
12 недель	2–6	-
16 недель	10–18	-
20 недель	18–24	70–75
22 недели	20–26	72–78
24 недели	22–27	75–80
26 недель	24–28	77–82
30 недель	28–33	82–87
32 недели	30–33	85–90
34 недели	32–35	87–92
36 недель	33–38	90–95
38 недель	36–40	92–98
40 недель	34–38	95–100

Источник: [2].

Чтобы восполнить затраты энергии беременной женщины обязательно необходимо соблюдать режим отдыха и, в первую очередь, сна.

Правильный сон во время беременности:

- продолжительность – не менее 8–8,5 часов, из которых час может приходиться на дневной отдых,
- соблюдение режима – сон должен начинаться и заканчиваться примерно в одно и то же время каждый день,
- положение тела должно быть таким, чтобы не сдавливало живот и кровеносные сосуды – тело не должно затекать к утру,
- спать нужно в хорошо проветренном помещении с влажностью не менее 50 %.

У большинства женщин сон во время беременности сопряжен с определёнными трудностями:

- в первом триместре на беременную нападает сонливость, при этом она не может выспаться, даже если спит целый день – это связано с повышением уровня прогестерона, который вызывает подавленность, раздражительность, общую слабость и даже тревожность. Этот же гормон виновен в ночных подвёмах – прогестерон расслабляет мускулатуру мочевого пузыря, вызывая частые позывы в туалет;
- во втором и третьем триместре спокойный отдых осложняется физическими неудобствами – живот становится слишком тяжёлым, а движения ребёнка внутри могут причинять боль [2].

Выбор правильной позы для сна во время беременности помогает улучшить качество сна, а также предотвратить или уменьшить проявление таких неприятных состояний, как отёки, нарушение кровообращения, головные и мышечные боли, аритмия, затруднённое дыхание, а также ухудшение кровоснабжения у ребёнка.

Лучшие позы для сна при беременности:

1 триместр:

- на спине – в первые месяцы беременности женщине можно спать на спине. Позднее растущая матка начнёт излишне давить на полую вену, что негативно сказывается на состоянии матери и ребёнка, так что начиная с 15–16 недели от этого положения лучше отказаться;

- на животе можно спать, пока живот не вышел за пределы лобковой кости, то есть до 11–12 недель;

- на левом или правом боку – это удобные позы для сна при беременности, которые можно использовать как самостоятельно, так и чередуя с другими. Сон на правом боку также способствует уменьшению симптомов раннего токсикоза беременных [2].

Позы для сна на поздних сроках беременности:

- на левом боку – наиболее удобное и приятное положение тела. Подходит для сна в любом триместре. Начиная с 25–28 недели можно подкладывать под область живота мягкую подушку;

- на правом боку – подходит в качестве сменного положения. При наличии варикозного расширения вен или отёках можно подложить под ноги небольшое свёрнутое одеяло или подушку, чтобы приподнять их. Однако сон на правой стороне может спровоцировать сдавливание почки, что может иметь тяжелые последствия;

- стабильная поза – женщина лежит на левом боку, ее нижняя нога вытянута, а верхняя согнута в колене и лежит на возвышении (рис. 1). В таком положении улучшается приток крови к плаценте, уменьшается отёчность, нет давления на почки и печень. Эта поза особенно рекомендуется в качестве положения для сна при осложнённой беременности;

- стабильная поза с двумя подушками – эта удобная поза для сна используется при беременности с поперечным предлежанием плода (рис. 2). Женщина ложится на тот бок, в сторону которого расположена голова малыша, и подкладывает одну жёсткую подушку под поясницу в качестве опоры и одну мягкую подушку под нижнюю часть живота. Такая позиция может помочь перевернуть ребёнка в правильное положение вниз головой [2].

Если спать на спине во время второго и третьего триместра беременности, могут возникнуть следующие проблемы: головокружение; тошнота; судороги; онемение конечностей; понижение давления; геморрой; тяжесть дыхания.

Раньше для того, чтобы устроить во время сна большой живот, принять удобное для тела положение, будущие мамы обкладывали себя обычными подушками. Современным женщинам не нужно

запасаться большим их количеством, для них разработаны специальные модели подушек, обеспечивающие удобство беременной женщине.

Подушки для сна для беременных используются просто. Их можно переворачивать и перекладывать так, чтобы получить удобное положение тела. Во время ночного сна подушка должна находиться под животом беременной, боком и между ног.



Рисунок 1 – Стабильная поза женщины во время сна



Рисунок 2 – Стабильная поза с двумя подушками

Модели для беременных эластичные и могут скручиваться и перегибаться практически любым образом, из-за чего подстроить их под тело легко. В настоящее время существуют подушки разных форм. У каждой есть свои особенности, так как не все из них будут удобны конкретной женщине. Форма выбирается по комфортности. Какая форма удобнее для беременной – зависит от особенностей женщины. Учитывают и что подушка должна полностью помещаться в кровати и не свисать с нее.

Будущие мамы приобретают подушку, чтобы во время сна укрываться ею со всех сторон, одновременно поддерживать живот и спину, благодаря чему обеспечивать спокойный сон. Таким образом, подушка должна не только соответствовать росту, но и расстояние между валиками должно соответствовать обхвату живота, а он, как уже отмечалось ранее (табл. 1), на каждом сроке разный, да и у каждой женщины индивидуальный.

Конструкция подушки должна быть такой, чтобы при росте живота беременная женщина могла обхватывать ногой подушку, а живот клала на подушку. По размерам, представленным производителем, схематично подушка выглядит так, как представлено на рисунке 3. Когда подушку наполнить наполнителем, она примет форму валика и размеры ее изменятся (рис. 4).

Как видно из рисунка 3, расстояние между валиками при наполнении подушки увеличилось с 20 см до 32,7 см.

Для визуального представления, как женщина может устроиться на такой подушке в разные сроки беременности, составлена вспомогательная таблица 2.

Данные таблицы 2 были рассчитаны по известным формулам. В первом случае предположили, что живот имеет форму шара и тогда при известном обхвате живота данные подсчетов отражены на рисунке 5. Расчет провели через формулу нахождения длины окружности:

$$O_{жс} = 2\pi R ,$$

тогда радиус окружности

$$R = \frac{O_{жс}}{2\pi} .$$

Во втором случае представили форму живота в виде эллипса, тогда

$$O_{жс} = 2\pi \sqrt{\frac{D^2 + d^2}{8}} , \quad (1)$$

где D – диаметр эллипса, соответствующий выступу живота, см, d – малый диаметр эллипса (соответствует ширине талии на плоскости при обхвате талии, равном 70 см), см, примем равным 22 см.

Тогда диаметр эллипса, соответствующий выступу живота, будет равен

$$D = \sqrt{\frac{O_{жс}^2 \cdot 8}{4\pi^2} - d^2} . \quad (2)$$

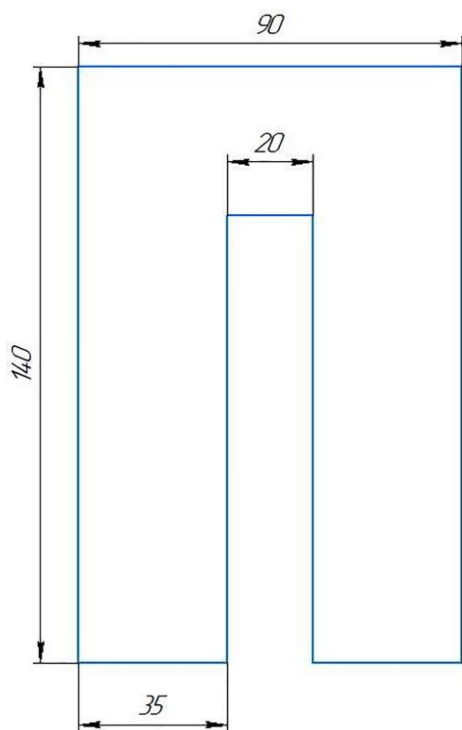


Рисунок 3 – Чехол подушки

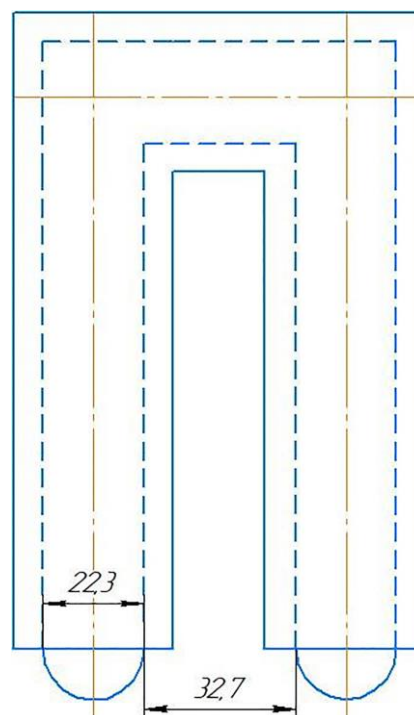


Рисунок 4 – Подушка, наполненная плотно наполнителем

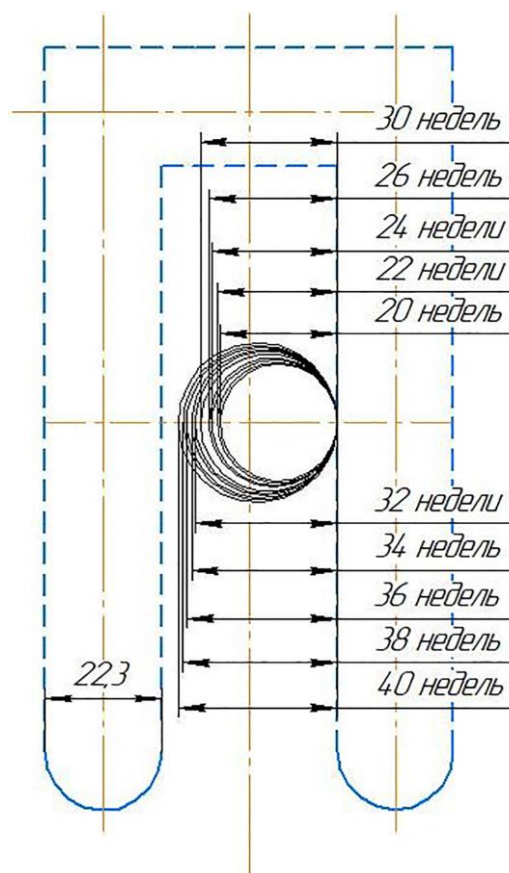


Рисунок 5 – Расположение женщины на подушке с шарообразным животиком

Таблица 2 – Результаты расчетов для определения положения беременной женщины на подушке

Срок беременности	ОЖ, см	Радиус окружности, см	Диаметр окружности, см	Диаметр эллипса	Радиус эллипса, см
20 недель	70	11,15	22,29	22,58	11,29
22 недели	72	11,46	22,93	23,82	11,91
24 недели	75	11,94	23,89	25,63	12,82
26 недель	77	12,26	24,52	26,81	13,40
30 недель	82	13,06	26,11	29,66	14,83
32 недели	85	13,54	27,07	31,33	15,67
34 недели	87	13,85	27,71	32,42	16,21
36 недель	90	14,33	28,66	34,05	17,02
38 недель	92	14,65	29,30	35,11	17,56
40 недель	95	15,13	30,25	36,70	18,35

Как видно из рисунков 5 и 6, при таком расстоянии между валиками женщина сможет, не перегибая подушку, положить на нее животик только во втором случае и на сроке 36 недель. Поэтому мы предположили, в случае если подушка не будет наполнена полностью, тогда при набивке она примет форму эллипса (рис. 7). В этом случае животик на подушке будет лежать на 34 неделе. Необходимо отметить, что размеры конечно индивидуальные для каждой женщины.

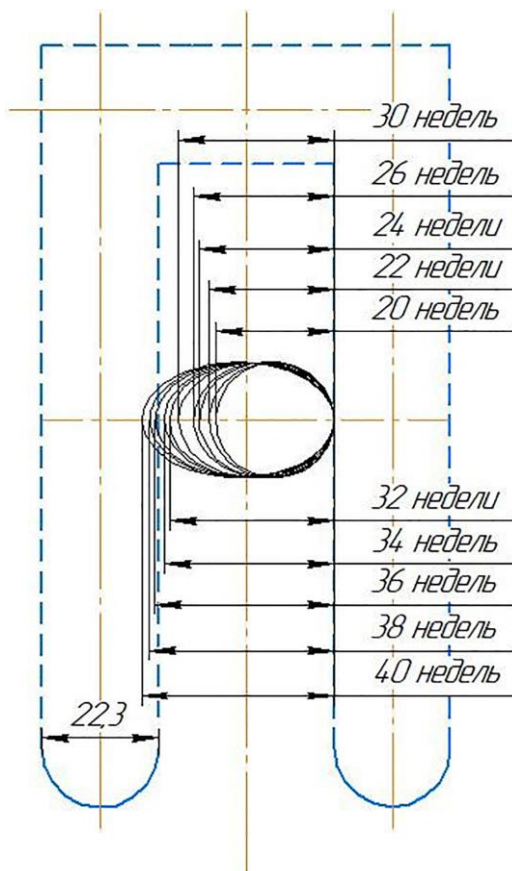


Рисунок 6 – Расположение женщины на подушке с животиком в форме эллипса

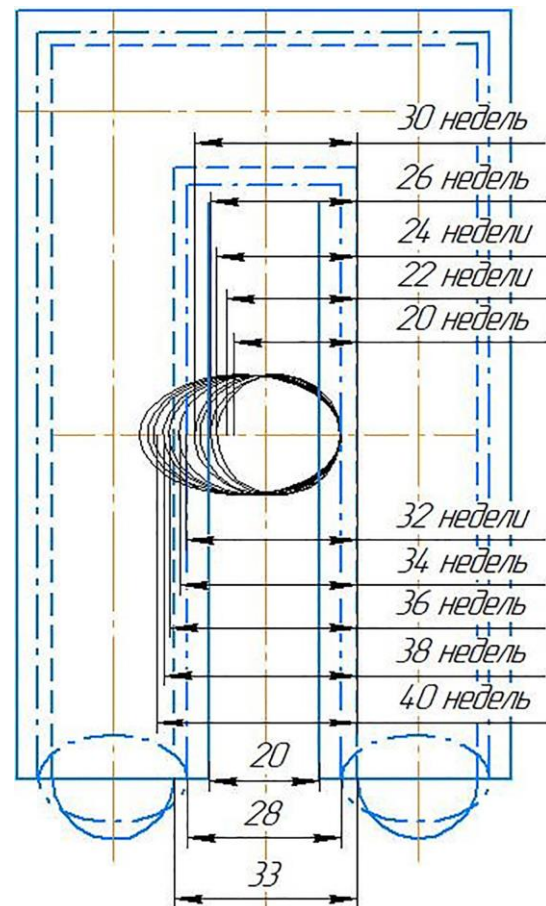


Рисунок 7 – Подушка не полностью набита, валики имеют форму эллипса

Для того, чтобы подушка подпирала и спинку, и животик укладывался на нее, нами предлагается уменьшить расстояние между валиками до 10 см. Это позволит класть животик на подушку на более ранних сроках, а также уменьшит ширину подушки, что позволит ее использовать на более узких кроватях. Некоторыми производителями похожий размер представлен на рынке (150*75 (35)), но в этом случае

расстояние между валиками 5 см. При набивке такая подушка принимает С-образную форму. Результаты представлены на рисунке 8.

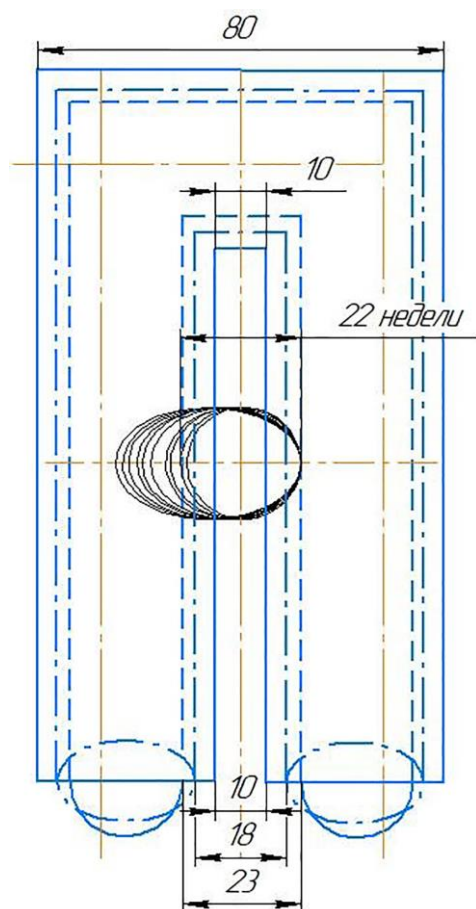


Рисунок 8 – Новая конструкция подушки

Как видно из рисунка 8, женщина уже на 22 неделе беременности при обхвате живота 72 см может без изгибания подушки укладывать на нее животик, так как расстояние между валиками для круглых валиков уменьшилось с 28 см до 18, для эллипсоподобных – с 33 см до 23 см.

Таким образом, на основании изменения антропометрических характеристик женщин разработана рациональная конструкция подушки для беременных, которая позволяет использовать ее на разных сроках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акушерство и гинекология. Дифференциальная диагностика от А до Я / под ред. Тони Холлингворта ; пер. с англ. под ред. Н. М. Подзолковой. – М. : ГЭОТАР-Медиа. – 2010. – 400 с.
2. Гордеева, Г. Д. Акушерство и гинекология / Г. Д. Гордеева, Г. К. Степанковская. – М. : Эксмо, 2016. – 400 с.

REFERENCES

1. Obstetrics and gynecology. Differential diagnosis from A to Z / edited by Tony Hollingworth ; translation from English edited by N. M. Podzolkova. – M. : GEOTAR-Media. – 2010. – 400 p.
2. Gordeeva, G. D. Obstetrics and gynecology / G. D. Gordeeva, G. K. Stepankovskaya. – M. : Eksmo, 2016. – 400 p.

SPISOK LITERATURY

11. Akusherstvo i ginekologija. Differencial'naja diagnostika ot A do Ja / pod red. Toni Hollinguorta ; per. s angl. pod red. N. M. Podzolkovoj. – M. : GJeOTAR-Media. – 2010. – 400 s.
2. Gordeeva, G. D. Akusherstvo i ginekologija / G. D. Gordeeva, G. K. Stepankovskaja. – M. : Jeksmo, 2016. – 400 s.

Статья поступила в редакцию 01.11.2021

Техническое нормирование требований к композиционным материалам с включением волокнистых отходов

И.М. Грошев^а, А.Н. Махонь^б, И.С. Карпушенко^с
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аgroshev.i@vitebskdrev.com, ^бanmakhon@mail.ru, ^сkarinstep@rambler.ru

Аннотация. Статья поднимает вопрос о необходимости стандартизации технических требований к композиционным материалам, полученных рециклингом текстильных отходов. Сочетание восстановленного текстильного волокна и полимерной композиции в разных соотношениях позволяет получать материалы широкого назначения. Авторами проведен сравнительный анализ свойств полиуретана и экспериментального образца композиционного материала. Установлено, что полученный композиционный материал обеспечивает необходимые функциональные свойства и экологичность изделиям из него.

Ключевые слова: материалы композиционные, отходы текстильные, показатели качества, технические нормативные правовые акты.

Technical Regulation of Requirements for Composite Materials with the Inclusion of Fibrous Waste

I. Groshev^a, A. Mahon^b, I. Karpushenko^c
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^agroshev.i@vitebskdrev.com, ^banmakhon@mail.ru, ^ckarinstep@rambler.ru

Annotation. The article raises the question of the need to standardize the technical requirements for composite materials obtained by recycling textile waste. The combination of recovered textile fiber and polymer composition in different proportions makes it possible to obtain materials for a wide range of applications. The authors carried out a comparative analysis of the properties of polyurethane and an experimental sample of a composite material. It has been established that the resulting composite material provides the necessary functional properties and environmental friendliness for products made from it.

Key words: composite materials, textile waste, quality indicators, technical regulations.

На протяжении последнего десятилетия в Республику Беларусь ежегодно ввозятся тысячи тонн одежды, бывшей в употреблении («сэконд-хэнд»), и давно существует проблема с переработкой и утилизацией такого рода швейно-трикотажных изделий.

Данные отходы образуются в огромных количествах и не принимаются заготовительными и перерабатывающими организациями, а вывозятся для захоронения, тем самым ухудшая экологическое состояние регионов страны. Существует важная научно-техническая задача, заключающаяся в разработке технологических процессов получения рециклированных материалов с использованием текстильных отходов [1].

Переработка не утилизируемых текстильных отходов позволяет снизить количество первичных сырьевых ресурсов, расширить ассортимент выпускаемой продукции, снизить материалоемкость

продукции и количество отходов, подлежащих захоронению и обезвреживанию.

На базе филиала кафедры технического регулирования и товароведения Витебского государственного технологического университета в ОАО «Витебскдрев» разработана технология, позволяющая перерабатывать продукт разволокнения швейно-трикотажных изделий, бывших в употреблении, и получать рециклированные композиционные материалы различного функционального назначения с вложением волокнистых отходов.

Первичная обработка и разволокнение текстильных отходов (после удаления участков одежды с фурнитурой) включают ряд стадий, объем использования которых зависит от происхождения и качества отходов. Некоторые отходы потребления поступают на переработку в загрязненном виде и прежде, чем они попадут на утилизацию, должны быть дезинфицированы, выстираны, очищены и т. д.

Последовательность операций при первичной обработке текстильных отходов представлена в виде схемы, изображенной на рисунке 1.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации», продукция, изготавливаемая на территории страны, является объектом технического нормирования и стандартизации и, соответственно, должна выпускаться в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами (ТНПА).

В случае отсутствия действующего на территории Беларуси государственного (межгосударственного) стандарта (СТБ, ГОСТ и т.п.) на изготавливаемую продукцию, производитель должен разработать свой ТНПА, одним из которых являются технические условия. На территории Республики Беларусь отсутствует ТНПА, устанавливающий технические требования к *восстановленному текстильному волокну*, полученному из текстильных отходов, поэтому разработаны технические требования в виде ТУ ВУ.

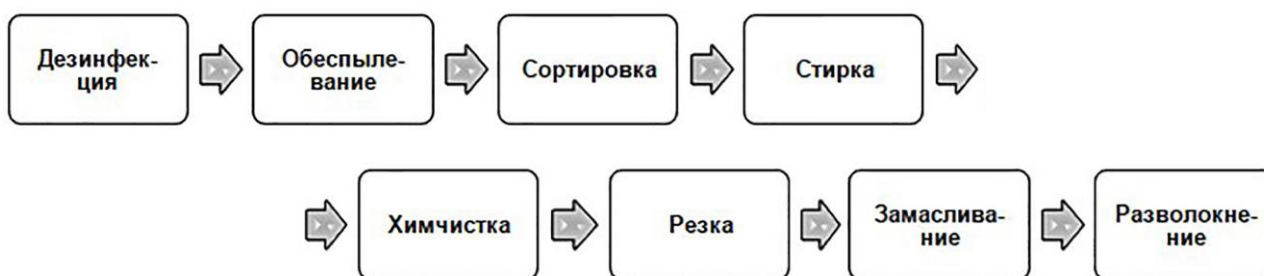


Рисунок 1 – Схема первичной обработки текстильных отходов

Восстановленное текстильное волокно – полученные посредством разволокнения текстильных отходов многокомпонентные смеси из собственно волокон, неразработанных клочков и нитей, а также большого количества коротких волокон. Ряд требований к таким волокнистым смесям предопределяет технологическая схема их переработки: по цвету восстановленное волокно разделить невозможно, в нем не допускаются

примеси (кнопки, пуговицы, застёжки, замки «молния», пряжки, крючки, резина, бумага и др.), фактическая влажность восстановленного волокна не должна превышать 20 %.

Технологическая схема процесса получения композиционных материалов с включением волокнистых отходов представлена на рисунке 2. На первом этапе подготавливают исходный материал.

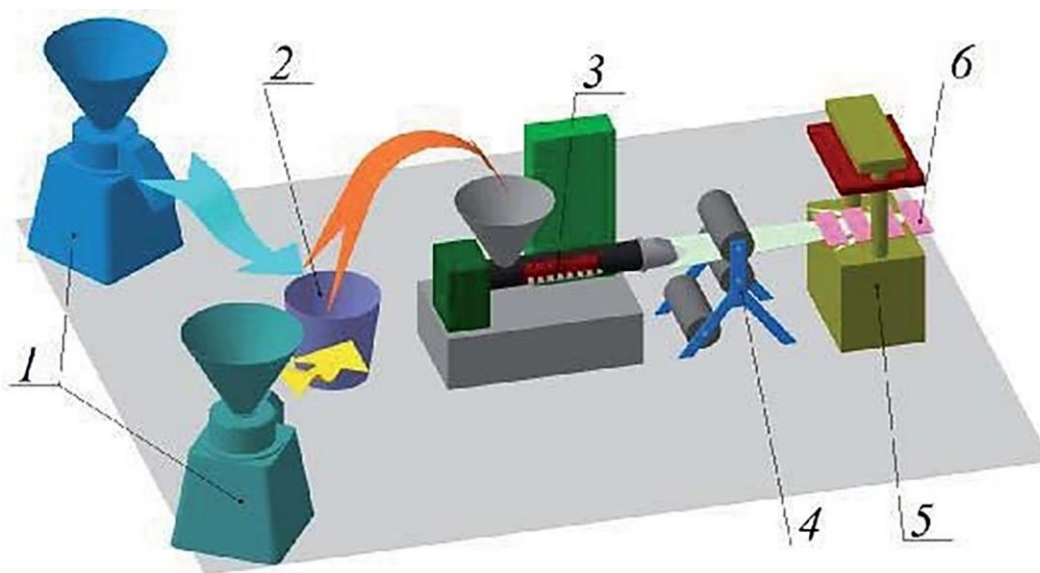


Рисунок 2 – Технологическая схема процесса получения композиционных материалов с включением волокнистых отходов:

- 1 – измельчители; 2 – смеситель; 3 – шнековый смеситель; 4 – прокатка;
5 – вырубка; 6 – полоса композиционного материала

На роторно-ножевых дробилках измельчают волокнистый наполнитель и полимер. Восстановленное текстильное волокно смешивают с полиуретаном роторно-ножевых дробилках. В смесителе 2 происходит подготовка композиции – смешение компонентов в заданной пропорции. Далее смесь загружается в шнековый смеситель 3, где она гомогенизируется и выдавливается в виде полосы через оформляющую головку на прокатные валки 4. На валках полосе придаются окончательные геометрические параметры. Затем из получаемой полосы композиционного материала происходит вырубка изделий.

Полимерной основой матрицы композиционного материала выступает термопластичный полиуретан, обладающий физико-химическими свойствами, которые делают его пригодным для применения в различных сферах промышленности и назначения продукции:

- нейтрален к ряду кислот, растворителей;
- высокая твердость позволяет применять его вместо металла там, где существуют высокие механические нагрузки;

- низкая теплопроводность и, как следствие, высокая упругость при отрицательных температурах до -110 °С;

- стойкость к воздействию бензина, масел;
- диэлектрик, способность к электроизоляции;
- биологическая стойкость;
- устойчивость к многократным деформациям без изменения прочностных свойств в связи с высокой упругостью при растяжении.

Изделия из композиционного материала на основе термопластичного полиуретана мало подвержены процессу старения, стойки к воздействию окружающей среды, воздействию влаги, химических элементов, абразивному износу, коррозии. По своим эксплуатационным свойствам они не уступают изделиям из металлов, пластика и резины.

В отсутствие технических требований в Республике Беларусь к рециклированным композиционным материалам возникла необходимость стандартизации технических требований для разработанного композиционного материала с включением волокнистых отходов (табл. 1).

Таблица 1 – Стандартизация свойств композиционного материала с включением волокнистых отходов

Наименование показателя, ед. изм.	ТНПА на метод испытания	Нормируемое значение показателя
Предел прочности при растяжении, МПа	ГОСТ 11262 [2]	не менее 4,5
Относительное удлинение при разрыве, %		не менее 40
Твёрдость по Шору А	ГОСТ 263 [3]	не менее 40
Водопоглощение, %	ГОСТ 4650 [4]	не более 7
Плотность, кг/м ³	ГОСТ 15139 [5]	700–800

В таблице 2 приведены результаты сравнительного анализа значений показателей качества полиуретана

HUNTSMAN AVALON 65AB и композиционного материала с включением волокнистых отходов.

Таблица 2 – Показатели качества полиуретана HUNTSMAN и композиционного материала

Наименование показателей, единица измерения	Полиуретан HUNTSMAN AVALON 65AB	Композиционный материал
Предел прочности при растяжении, МПа	20	4,5
Относительное удлинение при разрыве, %	650	43
Твёрдость по Шору А	67	43
Водопоглощение, %	-	6,6
Плотность, кг/м ³	383	765,1

Наиболее перспективным и экономически эффективным на сегодняшний день является использование вторичных материальных ресурсов для производства композиционных материалов, которые могут использоваться для различных отраслей промышленности.

Именно разработка технологических режимов создания композиционных материалов, их оптимальных составов определяется как основное направление дальнейших исследований. Варьирование вида полимера(ов), доли вложения волокнистых отходов, технологических режимов формирования композиционных материалов позволит определить назначение изделий из них.

Анализ свойств таких материалов послужит экспериментально-информационным ресурсом для их стандартизации.

Такие разработки имеют очевидный экологический эффект. Замена утилизации текстильных отходов на переработку приводит к улучшению экологического равновесия, сбережению природных ресурсов, затрачиваемых на обеспечение производства текстильной продукции. При утилизации текстиля путем сжигания выделяется большое количество канцерогенов. Естественным образом текстиль может разлагаться десятилетиями, при этом окружающая среда загрязняется выделяющимися в процессе разложения углекислым газом и метаном из-за

выделения токсичных испарений от химических соединений и самовозгорания.

Возможность переработки текстильных отходов актуальна не только с позиции охраны окружающей среды, но с точки зрения экономической выгоды [6], так как отходы являются дешевым сырьем.

Применение восстановленного текстильного волокна в производстве композиционных материалов позволит получить продукцию с более низкой себестоимостью и решить экологическую проблему их накопления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зими́на, Е. Л. Технологические и теоретические основы получения материалов с использованием текстильных отходов : монография / Е. Л. Зими́на, А. Г. Коган, В. И. Ольшанский ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – 230 с.
2. Пластмассы. Метод испытания на растяжение : ГОСТ 11262-2017. – Взамен ГОСТ 11262-80 ; введ. 2018.10.01. – М. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2018. – 24 с.
3. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263-75. – Взамен ГОСТ 263-53 ; введ. с 01.01.77. – М. : Издательство стандартов, 1975. – 7с.
4. Пластмассы. Методы определения водопоглощения : ГОСТ 4650-2014. – Взамен ГОСТ 4650-80 ; введ. с 2015.03.01. – М. : Межгосударс. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. – 9 с.
5. Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы) : ГОСТ 15139-69. – Введ. 01.06.70. – М. : Издательство стандартов, 1970. – 18 с.
6. Зими́на, Е. Л. Методика оценки экологического аспекта устойчивого развития предприятия / Е. Л. Зими́на, Д. К. Панкевич, С. М. Горячева // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2019. – № 1 (36). – С. 128–137.

REFERENCES

1. Zimina, E. L. Technological and theoretical foundations for obtaining materials using textile waste : monograph / E. L. Zimina, A. G. Kogan, V. I. Olshansky ; UO "VGTU". – Vitebsk, 2019. – 230 p.
2. Plastics. Tensile test method : GOST 11262-2017. – Instead of GOST 11262-80 ; input 2018.10.01. – M. : Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification, 2018. – 24 p.
3. Rubber. Method for determining hardness according to Shore A : GOST 263-75. – Instead of GOST 263-53 ; input from 01.01.77. – M. : Publishing house of standards, 1975. – 7 p.
4. Plastics. Methods for determining water absorption : GOST 4650-2014. – Instead of GOST 4650-80 ; input from 2015.03.01. – M. : Mezhgosudars. Council for Standardization, Metrology and Certification, 2015. – 9 s.
5. Plastics. Methods for determining density (bulk mass) : GOST 15139-69. – Introduced 06.01.70. – M. : Izdelstvo standards, 1970. – 18 p.
6. Zimina, E. L. Methodology for assessing the environmental aspect of sustainable development of an enterprise / E. L. Zimina, D. K. Pankevich, S. M. Goryacheva // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2019. – № 1 (36). – P. 128–137.

SPISOK LITERATURY

1. Zimina, E. L. Tehnologicheskie i teoreticheskie osnovy polucheniya materialov s ispol'zovaniem tekstil'nyh othodov : monografiya / E. L. Zimina, A. G. Kogan, V. I. Ol'shanskij ; UO «VGTU». – Vitebsk, 2019. – 230 s.
2. Plastmassy. Metod ispytaniya na rastjazhenie : GOST 11262-2017. – Vzamen GOST 11262-80 ; vved. 2018.10.01. – M. : Mezhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii, 2018. – 24 s.
3. Rezina. Metod opredeleniya tverdosti po Shoru A : GOST 263-75. – Vzamen GOST 263-53 ; vved. s 01.01.77. – M. : Izdatel'stvo standartov, 1975. – 7s.
4. Plastmassy. Metody opredeleniya vodopogloshheniya : GOST 4650-2014. – Vzamen GOST 4650-80 ; vved. 2015.03.01. – M. : Mezhgosudars. sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii, 2015. – 9 s.
5. Plastmassy. Metody opredeleniya plotnosti (ob'emnoj massy) : GOST 15139-69. – Vved. 01.06.70. – M. : Izdel'stvo standartov, 1970. – 18 s.
6. Zimina, E. L. Metodika ocenki jekologicheskogo aspekta ustojchivogo razvitija predpriyatija / E. L. Zimina, D. K. Pankevich, S. M. Gorjacheva // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2019. – № 1 (36). – S. 128–137.

Статья поступила в редакцию 10.03.2022

Разработка чехлов для лыжных ботинок из композиционных многофункциональных материалов

Д.К. Панкевич^а, Н.В. Ульянова

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

^аE-mail: dashapan@mail.ru

Аннотация. Объектом исследования являются утепляющие чехлы для лыжных ботинок. В статье рассмотрены основные требования к чехлам для лыжных ботинок, отражены результаты испытаний композиционных материалов, применяемых для их изготовления. Проведен анализ полученных экспериментальных данных и выбраны наиболее прочные, износостойкие, теплозащитные и водонепроницаемые материалы. Разработаны модельные конструкции двух вариантов чехлов и предложена раскладка лекал и технологическая карта обработки моделей чехлов.

Ключевые слова: чехлы для лыжных ботинок, мембранные материалы, водонепроницаемость, износостойкость, теплопроводность, конструкция, технология.

Development of Ski Boot Covers from Composite Multifunctional Materials

D. Pankevich^a, N. Ulyanova

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

^aE-mail: dashapan@mail.ru

Annotation. The object of the research is ski boot insulating covers. The article discusses the basic requirements for ski boot covers, reflects the test results of composite materials used for their manufacture. The analysis of the obtained experimental data is carried out and the most durable, wear-resistant, heat-shielding and waterproof materials are selected. Model designs of two variants of covers have been developed and a layout of patterns and a flow chart for processing models of covers have been proposed.

Key words: ski boot covers, membrane materials, construction, waterproofness, wear resistance, thermal conductivity, design, technology.

Лыжные гонки представляют собой тот вид спорта, где важную роль играет экипировка. Спортсмены прибегают к использованию приспособлений и аксессуаров, позволяющих чувствовать себя на трассе более комфортно. Для обеспечения теплового комфорта при низких температурах используют чехлы для лыжных ботинок. Согласно обзору, представленному в источниках [1-3], тепловой комфорт в лыжных ботинках без утепляющих чехлов возможен лишь до минус 10 °С, тогда как соревновательно-тренировочный процесс лыжника возможен и при более низких температурах. Использование лыжником при пониженной температуре воздуха дополнительных теплых носков ухудшает положение стопы в ботинке, приводит к ее сдавливанию и еще большему охлаждению, поэтому неприемлемо. В связи с этим более рациональным является утепление за счет применения наружных чехлов.

Анализ ассортимента чехлов для лыжных ботинок показал, что на белорусском рынке спортивной

экипировки представлены только зарубежные производители таких изделий. Потребитель в основном имеет возможность приобрести импортные чехлы через интернет-магазин.

Таким образом, расширение ассортимента, разработка конструкции и технологии изготовления и подбор соответствующих назначению материалов для создания конкурентоспособного отечественного продукта на рынке спортивной экипировки является актуальной задачей импортозамещения. Рациональный выбор материалов, режимов их обработки и конструктивного решения чехлов для лыжных ботинок является целью данной работы.

Требования, предъявляемые к материалам чехлов для лыжных ботинок, обусловлены их назначением. В процессе эксплуатации чехлы подвержены действию низкой температуры, мощного потока охлажденного воздуха, повышенного трения о снег и ледяной наст при высокой скорости движения, воздействию влаги растаявшего снега. Поэтому материалы для их изготовления должны обладать

оптимальным сочетанием высокого уровня показателей следующих свойств: тепловое сопротивление, износостойкость, ветрозащита, прочность, надежность в условиях пониженной температуры, водонепроницаемость.

Для реализации цели работы выбраны многофункциональные композиционные материалы, содержащие мембранный слой. Эти материалы обладают высоким уровнем потребительских свойств: ветрозащитой, водонепроницаемостью, водоотталкиванием, прочностью, устойчивостью к истиранию по плоскости и по сгибу. Они при низкой поверхностной плотности и малой толщине значительно превосходят однослойные текстильные материалы по уровню всех перечисленных показателей [4]. Новым и очень перспективным ассортиментом являются мембранные материалы,

выработанные на трикотажной текстильной основе. Они обладают еще и растяжимостью, благодаря чему становятся востребованными в производстве широкого ассортимента изделий легкой промышленности.

В соответствии с назначением изделия была разработана программа испытаний, включающая перечень приоритетных показателей свойств материалов и установленные по результатам аналитического обзора литературы рекомендуемые значения этих показателей.

Характеристика образцов представлена в таблице 1. Образцы представляют собой объемное сочетание трех слоев: трикотажного лицевого слоя, полимерной мембраны и трикотажного изнаночного слоя. Скрепление слоев между собой – точечное, выполненное клеевым методом.

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Наименование показателя, единицы измерения	Значение для образцов				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	
Состав текстильных слоев, %	ПЭ 100	ПЭ 100	ПЭ 92, ПУ 8	ПЭ 100	
Число петельных рядов в 100 мм:	наружный слой	290	200	180	210
	внутренний слой	210	100	140	140
Число петельных столбиков в 100 мм:	наружный слой	200	200	180	270
	внутренний слой	180	160	164	180
Состав мембранного слоя, %	ПУ	ПУ	ПУ	ПУ	
Поверхностная плотность, г/м ²	305	284	328	239	

Изображение лицевой, изнаночной стороны и поперечного среза исследуемых материалов представлено на рисунке 1. В верхней части каждого изображения представлены последовательно фото лицевой и изнаночной стороны материала. А в нижней – фото поперечного среза.

Программа испытаний представлена в таблице 2. При составлении программы использовали наиболее жесткие нормы, установленные для материалов, предназначенных для специальной одежды и обуви, поскольку требования к чехлам на лыжные ботинки не разработаны и нормативной базой пока не обеспечены. Ориентировались на нормы, установленные для изделий, защищающих от пониженных температур, от механических повреждений и от воды. Подбирали методы испытаний, позволяющие выявить высокий уровень показателей свойств.

При исследовании свойств образцов материалов использовали следующие методики.

Устойчивость материалов к истиранию по плоскости характеризуется числом циклов вращения головки прибора, выдерживаемых материалом до его разрушения (разрушение 1–2 нитей лицевого слоя). Устойчивость к истиранию определяли с помощью прибора ДИТ-М согласно ГОСТ 29104.17-91 «Ткани технические. Метод определения стойкости к истиранию по плоскости» в результате истирания

жестким абразивом (наждачная бумага). Выбор метода обусловлен наиболее жесткими режимами испытаний.

В качестве показателя теплозащитных свойств использовали тепловое сопротивление материала. Методика предполагает исследование данного показателя в условиях теплообмена с окружающим воздухом и изложена в источнике [5]. При проведении испытания использовали следующее оборудование:

- камера для испытания на воздействие температуры и влажности YTN-408-40-IP (Китай);
- источник питания GW Instek GPS-73030DD;
- цифровой регистратор температуры производства «ЕвроПрибор», датчик температуры;
- нагревательный элемент (вольфрамовый цилиндр длиной $l = 12$ см, диаметром $d = 2$ см, массой $m = 129,7$ г, с удельной теплоемкостью $c = 134$ Дж/кг·°С).

В основу предлагаемого метода положен принцип нестационарного теплового режима. Его сущность заключается в определении времени охлаждения нагретого тела, изолированного от окружающей среды испытуемым материалом. Для проведения испытания были подготовлены пробы из материалов в виде прямоугольных конвертов размером 200×150 мм. Датчик температуры закрепляли на нагревательном элементе, который помещали внутрь прямоугольного конверта и запаковывали с

помощью зажима. Затем исследуемый объект закрепляли на стойке в климатической камере. Опыт проводили при температуре +20 °С и влажности 65 % согласно методике [5]. Цилиндр нагревали до 55 °С от источника питания, после чего источник

питания отключали и фиксировали время охлаждения цилиндра до 45 °С. По результатам испытания рассчитывали величину теплового сопротивления материала.

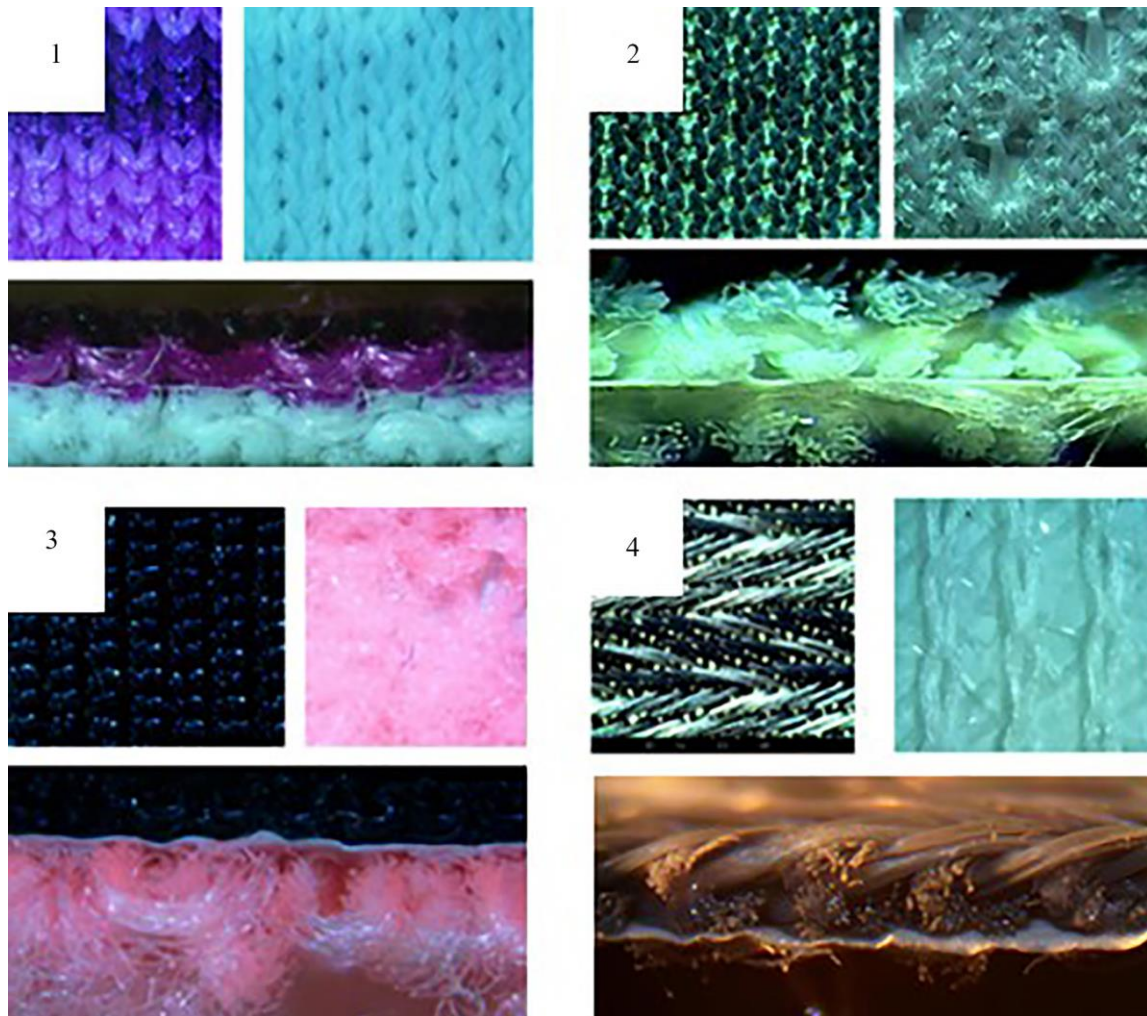


Рисунок 1 – Фото образцов материалов

Таблица 2 – Программа испытаний

№ п/п	Наименование показателя, ед. измерения	Обозначение источника, устанавливающего требования	Рекомендуемое значение	Обозначение стандарта на метод испытания или источника литературы, содержащего его описание
1	2	3	4	5
1	Устойчивость к истиранию, циклы	ТР ТС 019	не менее 350	ГОСТ 29104.17-91
2	Тепловое сопротивление, м ² ·°С/Вт	ТР ТС 019	0,5*	[5]
3	Водонепроницаемость, МПа	ГОСТ Р 57514-2017	не менее 0,02	ГОСТ 413-91
4	Водонепроницаемость после многоциклового изгиба при пониженной температуре, МПа	-	наибольшая	[6]

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
5	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	ТР ТС 019	наименьшая, но не более 40	ГОСТ 12088-77
6	Разрывная нагрузка, Н	ТР ТС 019	не менее 400 Н	ГОСТ 30303-95
7	Разрывная нагрузка после многоциклового изгиба при пониженной температуре, Н	-	наибольшая	[7]

При определении водопроницаемости использовали прибор, разработанный на кафедре «Товароведение и техническое регулирование» УО «ВГТУ», который позволяет создавать и поддерживать в измерительной ячейке высокое гидростатическое давление, обеспечивая в процессе испытания горизонтальное, без прогиба, положение образца. В приборе используется измерительная ячейка малого диаметра, проникание воды констатируется датчиком-водоснимателем со светозвуковым сигналом [6].

Водонепроницаемость определяли на элементарных пробах материалов прямоугольной формы размерами не менее 50 мм × 50 мм до и после испытания на многоциклового изгиб при пониженной температуре воздуха.

Для моделирования многоциклового изгиба в условиях пониженных температур использовали установку, разработанную в УО «ВГТУ». Установка представляет собой флексометр типа ИПК-2М, установленный внутри климатической камеры УТН-408-40-1Р. Методика испытания предполагает моделирование эксплуатационных механических нагрузок в климатической камере при воздействии на материалы любого заданного количества циклов изгиба или растяжения в

диапазоне температур от минус 40 °С до плюс 150 °С при различной влажности в соответствии с назначением материала [7]. Для проведения испытания образцы размером 50 мм × 90 мм располагали в зажимах рабочего блока. В климатической камере задавали температуру минус 15 °С. По достижении заданных параметров включали флексометр. Испытание заканчивали по истечении времени, обеспечивающего 100 000 циклов. Скорость воздействия устанавливали (120±5) циклов в минуту.

Разрывную нагрузку определяли вдоль направления петельного столбика лицевого слоя материалов на разрывной машине Electronic Universal Testing Machine TIME WDW-20E (Китай) по ГОСТ 30303-95 «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве» с изменением размера образцов. Зажимная длина образцов составила 40 мм, скорость опускания нижнего зажима 100 мм/мин. Малый размер образцов обусловлен необходимостью проведения испытания после многоциклового изгиба при пониженной температуре воздуха. Результаты исследования свойств материалов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний

Наименование показателя, единицы измерения	Значение для образцов			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Устойчивость к истиранию, циклы	100	150	120	460
Тепловое сопротивление, $\text{м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$	0,45	0,38	0,52	0,48
Водонепроницаемость, МПа	0,08	0,09	0,12	0,4
Водонепроницаемость после многоциклового изгиба при пониженной температуре, МПа	менее 0,01	менее 0,01	0,02	0,14
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	менее 2,5	менее 2,5	менее 2,5	менее 2,5
Разрывная нагрузка, Н	390	425	388	570
Разрывная нагрузка после многоциклового изгиба при пониженной температуре, Н	338	400	390	560

По результатам исследования свойств материалов для изготовления чехлов выбран образец № 4, поскольку он обладает наиболее высоким уровнем показателей приоритетных свойств, износостоек, сохраняет прочность и водонепроницаемость после многоциклового изгиба при пониженной температуре воздуха, характеризуется достаточным

уровнем теплового сопротивления. Из предложенных видов материалов авторами разработаны две модели чехлов для лыжных ботинок, конфигурация деталей кроя которых представлена на рисунке 2.

Практически все детали чехлов имеют сложную форму, что влияет на расход материала. В существующей нормативной документации для обуви

не предусмотрена зависимость изменения процента межлекальных отходов от числа комплектов лекал и конфигурации раскраиваемых деталей чехлов. Предложено выполнить раскладку методом «по типу гнезда», широко распространенным в обувном производстве, где интуитивно определяется плотность каждого «гнезда» и варианты размещения деталей в раскладке. Раскладка выполнялась для двух пар чехлов (рис. 2). При ее выполнении учитывалось направление петельного столбика лицевого слоя композиционного материала. Технологическая карта обработки разработанных моделей чехлов представлена на рисунке 3.

Технология изготовления предложенных моделей чехлов относительно проста, но потребовала соблюдения ряда правил, учитывающих специфические свойства композиционных материалов. Пошив опытных образцов чехлов для лыжных ботинок выполнялся в лаборатории кафедры «Конструирование и технология одежды и обуви» УО «ВГТУ».

Соединение деталей чехлов выполнялось на универсальной швейной машине двухниточного челночного стежка иглой № 70 с заточкой острия КН швейными нитками № 120 с частотой 22 стежка в 5 см строчки, поскольку такие режимы обеспечивают

получение износостойкого ниточного соединения, что способствует сохранению целостности и товарного вида изделия при эксплуатации [8].

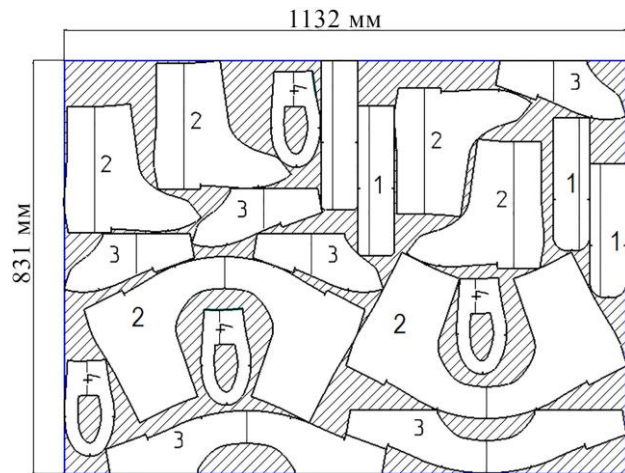


Рисунок 2 – Раскладка лекал моделей чехлов для лыжных ботинок:

1 – центральная деталь голенища, 2 – голенище, 3 – накладка, 4 – подносочник

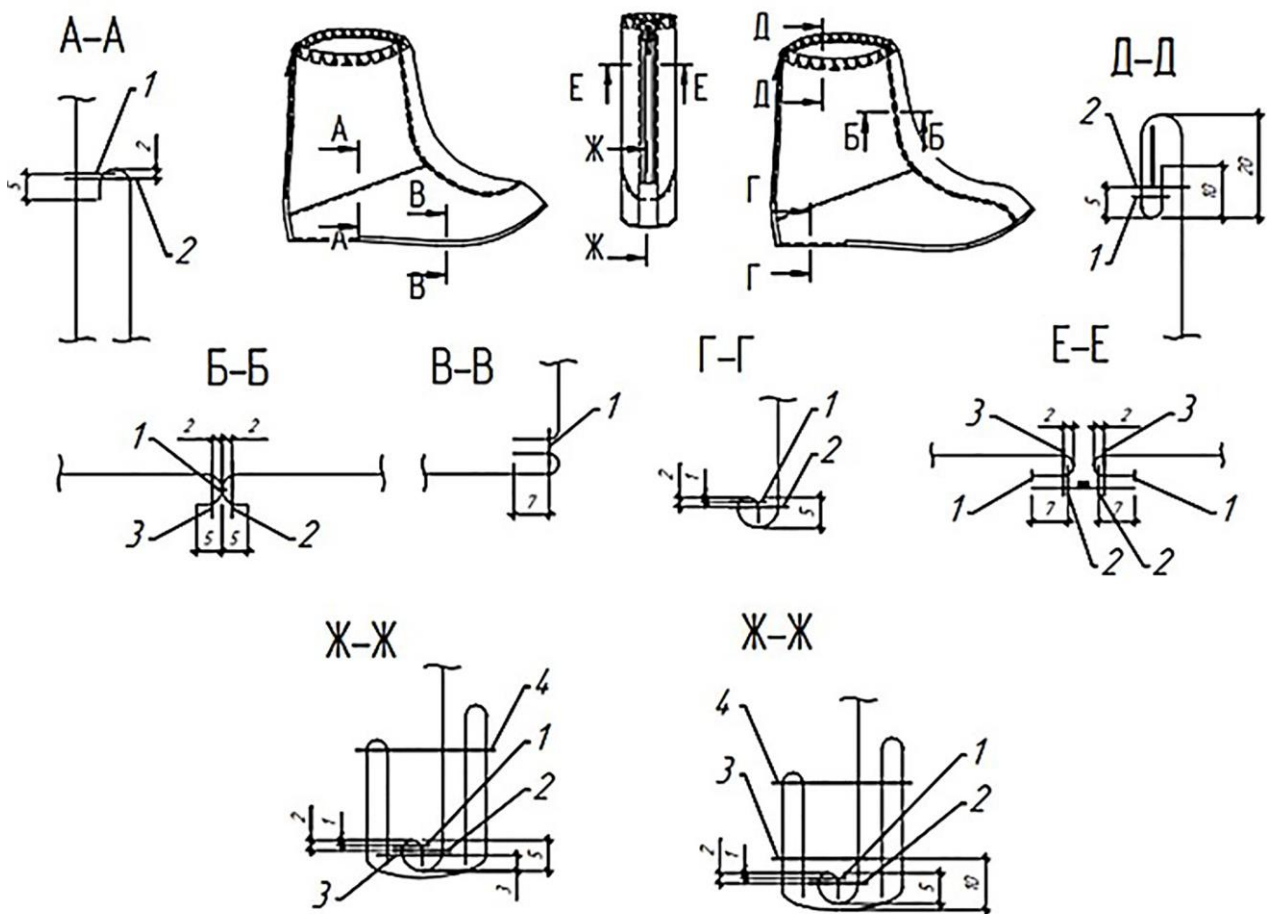


Рисунок 3 – Технологическая карта обработки моделей чехлов для лыжных ботинок

Наработанные образцы моделей чехлов для лыжных ботинок переданы для экспериментальной носки, задачей которой является проверка результатов исследования по установлению уровня защитных свойств и надежности материала чехлов,

а также изучение соответствия их конструкции условиям эксплуатации. В случае положительных результатов носки методику исследования свойств материалов можно рекомендовать для внедрения в производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Триченко, В. А. Лыжный спорт в Республике Беларусь : учеб.-метод. материалы / В. А. Триченко, О. А. Манкевич. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2016. – 100 с.
2. Коваль, В. И. Гигиена физического воспитания и спорта : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. И. Коваль, Т. А. Родионова. – 2-е изд, стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 320 с.
3. Москаленко, Н. Г. Проектирование одежды для экстремальных видов спорта : монография / Н. Г. Москаленко, Е. В. Розанова. — Благовещенск : АмГУ, 2012. – 172 с.
4. Буркин, А. Н. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : монография / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич ; под общ. ред. А. Н. Буркина. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 190 с.
5. Петюль, И. А. Исследование суммарного теплового сопротивления пакетов материалов альтернативными методами / И. А. Петюль, В. В. Сапёлко // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2019. – № 1 (36). – С. 68–80.
6. Прибор для определения водонепроницаемости материалов методом гидростатического давления : полез. модель ВУ10690 / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Р. С. Петрова, В. Д. Борозна. – Оpubл. 30.06.2015.
7. Установка для испытания эластичных полимерных материалов : полез. модель ВУ12574 / А. Н. Буркин [и др.]. – Оpubл. 30.04.2021.
8. Панкевич, Д. К. Эксплуатационные свойства ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе / Д. К. Панкевич, И. А. Буланчиков // Технологии и качество. – 2021. – № 2 (52). – С. 25–39.

REFERENCES

1. Trichenko, V. A. Skiing in the Republic of Belarus : study guide. Materials / V. A. Trichenko, O. A. Mankevich. – Mogilev : Moscow State University named after A. A. Kuleshov, 2016. – 100 p.
2. Koval, V. I. Hygiene of physical education and sports : a textbook for students institutions of higher prof. education / V. I. Koval, T. A. Rodionova. – 2nd ed., erased. – M. : Publishing Center "Academy", 2013. – 320 p.
3. Moskalenko, N. G. Designing clothes for extreme sports : monograph / N. G. Moskalenko, E. V. Rozanova. – Blagoveshchensk : AmGU, 2012. – 172 p.
4. Burkin, A. N. Hygienic properties of membrane textile materials : monograph / A. N. Burkin, D. K. Pankevich ; under total ed. A. N. Burkina. – Vitebsk : EE "VGTU", 2020. – 190 p.
5. Petyul, I. A. Study of the total thermal resistance of packages of materials by alternative methods / I. A. Petyul, V. V. Sapelko // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2019. – № 1 (36). – P. 68–80.
6. A device for determining the water resistance of materials by the method of hydrostatic pressure : useful model BY10690 / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, R. S. Petrova, V. D. Borozna. – Published 06/30/2015.
7. Installation for testing elastic polymeric materials : Useful model BY12574 / A. N. Burkin [et al.]. – Published 04/30/2021.
8. Pankevich, D. K. Operational properties of thread connections of membrane materials on a knitted basis / D. K. Pankevich, I. A. Bulanchikov // Technologies and quality. – 2021. – № 2 (52). – P. 25–39.

SPISOK LITERATURY

1. Trichenko, V. A. Lyzhnyj sport v Respublike Belarus' : ucheb.-metod. materialy / V. A. Trichenko, O. A. Mankevich. – Mogilev : MGU imeni A. A. Kuleshova, 2016. – 100 s.
2. Koval', V. I. Gigiena fizicheskogo vospitanija i sporta : uchebnik dlja stud. uchrezhdenij vyssh. prof. obrazovanija / V. I. Koval', T. A. Rodionova. – 2-e izd, ster. – M. : Izdatel'skij centr «Akademija», 2013. – 320 s.
3. Moskalenko, N. G. Proektirovanie odezhdy dlja jekstremal'nyh vidov sporta : monografija / N. G. Moskalenko, E. V. Rozanova. – Blagoveshhensk : AmGU, 2012. – 172 s.
4. Burkin, A. N. Gigienicheskie svojstva membrannyh tekstil'nyh materialov : monografija / A. N. Burkin, D. K. Pankevich ; pod obshh. red. A. N. Burkina. – Vitebsk : UO «VGTU», 2020. – 190 s.
5. Petjul', I. A. Issledovanie summarnogo teplovogo soprotivlenija paketov materialov al'ternativnymi metodami / I. A. Petjul', V. V. Sapelko // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2019. – № 1 (36). – S. 68–80.
6. Pribor dlja opredelenija vodonepronicamaosti materialov metodom gidrostatičeskogo davlenija : polez. model' BY10690 / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, R. S. Petrova, V. D. Borozna. – Opubl. 30.06.2015.

7. Ustanovka dlja ispytaniya jelastichnyh polimernyh materialov : polez. model' BY12574 / A. N. Burkin [i dr.]. – Opubl. 30.04.2021.

8. Pankevich, D. K. Jekspluacionnye svojstva nitochnyh soedinenij membrannyh materialov na trikotazhnoj osnove / D. K. Pankevich, I. A. Bulanchikov // Tehnologii i kachestvo. – 2021. – № 2 (52). – S. 25–39.

Статья поступила в редакцию 30.10.2021

Влияние вида материала верха обуви на определение общей и остаточной деформации задника

П.Г. Деркаченко^а, А.Н. Буркин
Витебский государственный технологический университет
^аE-mail: Derkachenko203509@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы распределения деформаций в пакете материалов верха обуви под действием нагружения её пяточной части при определении формоустойчивости согласно ГОСТ 9135-2004 «Обувь. Метод определения общей и остаточной деформации подноски и задника». Проведен анализ влияния деформационной нагрузки на образцы различных кож, применяемых на производстве для изготовления пяточной части обуви. Определён процент, который составляет остаточная деформация кож для верха обуви в нормируемом значении остаточной деформации пяточной части обуви.

Ключевые слова: формоустойчивость, натуральные кожи, искусственные кожи, остаточная деформация, пяточная часть обуви.

Influence of the Type of Material of the Shoe Upper on the Determination of the General and Residual Deformation of the Stiffeners

P. Derkachenko^a, A. Burkin
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
^aE-mail: Derkachenko203509@gmail.com

Annotation. The article considers the allocation of deformations in the package of materials of the shoe upper under the action of loading its stiffener when determining the shape retention according to Standard 9135-2004 "Shoes. Method for determining the total and residual deformation of the toe puffs and stiffeners". The analysis of the influence of deformation load on samples of various leathers used in production for the manufacture of the stiffeners of shoes is carried out. The percentage, which is the residual deformation of the leather for the top of the shoe in the normalized value of the residual deformation of the shoe stiffeners, is determined.

Key words: shape retention, natural leather, artificial leather, residual deformation, stiffeners.

Качество обуви определяется комплексом свойств, требования к которым зависят от её вида и назначения. Оно регламентируется государственными и отраслевыми стандартами, техническими условиями и прочими техническими нормативными правовыми актами (ТНПА). Соответствие качества обуви требованиям ТНПА оценивается на двух этапах: сплошной контроль путем внешнего осмотра каждого объекта в партии, при котором предприятием-изготовителем устанавливается сортность обуви, и выборочный контроль путем испытания или измерения для определения нормируемых показателей качества [1].

К одним из основных нормируемых показателей качества относится формоустойчивость обуви, определение которой регламентируется только одним межгосударственным стандартом ГОСТ 9135-2004 «Обувь. Метод определения общей и остаточной деформации подноски и задника» [2]. Общая и

остаточная деформация подноски и задника обуви характеризует их способность сопротивляться изменению формы под действием внешней нагрузки и восстанавливать её после прекращения механических воздействий. Испытания проводят на приборе типа ЖНЗО-2. Прибор укомплектован набором приспособлений, обеспечивающих установку и закрепление обуви различных видов, фасонов, размеров, на каблуке различной высоты. Груз при испытании задника обуви всех видов и родов, кроме детской и дошкольной, и подноски мужской и мальчиковой обуви составляет 80 Н, при испытании задника детской и дошкольной обуви и подноски женской, девичьей, школьной, детской и дошкольной – 50 Н. Общую деформацию в миллиметрах определяют после вдавливания под действием вышеуказанной нагрузки специального шарового сегмента в поверхность носочной или пяточной частей обуви в течение 30 с, остаточную

деформацию устанавливают через 3 мин после снятия нагрузки. При испытании пяточной части обуви нагрузка осуществляется в точке *O*, располагающейся на боковой поверхности задника на пересечении двух линий: *FG* – проходящей параллельно следу обуви и расположенной на равном расстоянии от верхнего края задника и его грани у подошвы, и *JK* – проходящей перпендикулярно к следу обуви, расположенной на равном расстоянии от заднего шва заготовки и конца крыла задника (рис. 1).

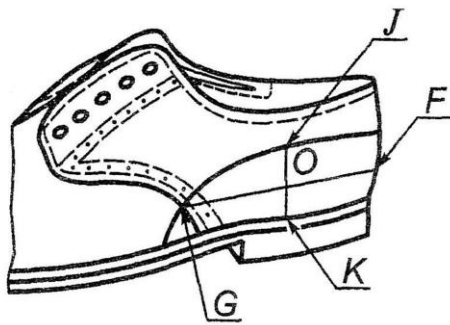


Рисунок 1 – Расположение точки *O* приложения нагрузки при испытании формоустойчивости задника обуви

Для устранения влияния сходимости крыльев задника на величину его деформации, получаемой при вдавливании шарового сегмента в поверхность пяточной части обуви, в неё помещают металлический вкладыш с отверстием, расположенным напротив точки *O*, и разведением сторон вкладыша достигают прилегания к нему внутренней части обуви. Каждый вкладыш рассчитан на испытание обуви трех смежных размеров. Для обеспечения более плотного прилегания верхнего края отдельных видов обуви (открытой, легкой и т. п.) к вкладышу используются специальные прижимы.

Общую и остаточную деформации задника определяют как среднеарифметическое результатов испытаний задника с внешней и внутренней сторон. За результат испытания принимают значение показателей, полученных при испытании каждой полупары обуви [2]. Причём, согласно ГОСТ 21463-87 «Обувь. Нормы прочности» [3], нормируется только значение остаточной деформации, величина которой не должна превышать 1 мм.

Как показывают многочисленные исследования [4], формоустойчивость обуви в большой степени определяется качеством исходных материалов. При этом материалы верха обуви собраны в многослойную систему, соединяемую между собой различными связующими компонентами: нитями, клеящими веществами, сваркой и т. д. При проведении испытаний, согласно ГОСТ 9135-2004, эта система подвергается довольно существенному нагружению. Так, например, нагрузка для мужской обуви составляет 80 Н. Очевидно, что при такой нагрузке наружные детали обуви значительно деформируются, и на её поверхности образуется

вмятина, которая, безусловно, будет искажать качественные характеристики процесса измерения общей и остаточной деформации задника. Чтобы анализировать свойства системы материалов верха обуви, необходимо знать, как распределяется деформационная нагрузка между её элементами, то есть на какую величину деформируется каждый из материалов в процессе проведения испытаний.

Для того, чтобы разобраться в степени влияния деформационной нагрузки на материалы верха обуви, были проведены исследования четырёх различных материалов, применяемых для изготовления верха пяточной части обуви: два вида натуральной кожи – «Элит» и «Наппа 1» и два вида искусственной кожи – «Met Lack» бордовый и «Met Lack» тёмно-синий.

Цель исследования заключалась в определении того, как указанная выше нагрузка влияет на точность измерения общей и остаточной деформации задника. Для решения поставленной задачи, при помощи специальных резаков, было вырублено по 25 образцов каждого материала, размерами 50x50 мм. Перед проведением испытаний образцы были подвергнуты кондиционированию при температуре (20±3) °С и относительной влажности воздуха (65±5) % в течение 24 часов.

В испытательном центре УО «ВГТУ» проводились исследования деформационных свойств данных образцов, основываясь на ГОСТ 9135-2004 [2], для получения массивов данных по остаточной деформации соответственно по всем четырём видам материалов. Перед исследованиями у каждого образца в точке приложения нагрузки была замерена толщина при помощи толщиномера индикаторного ТР-10А.

Чтобы исключить прогиб образцов кожи при нагружении, их располагали на горизонтальной полированной металлической плите.

Таким образом, мы обеспечили деформацию кожи только в точке приложения нагрузки, а не её сжатие по всей поверхности. Отсортированные по возрастанию результаты испытаний приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, разброс значений остаточной деформации у натуральных кож более значителен, чем у искусственных. Это обуславливается, прежде всего, их структурой и строением.

Характерной особенностью всех видов натуральных кож является неоднородность их химического состава по площади и толщине. Разная микроструктура отдельных участков и слоев кожи обуславливает неравномерное поглощение ими жирующих, минеральных, дубящих и других веществ, что, в свою очередь, приводит к непостоянству толщин отдельных участков кожи.

Измерения толщин образцов натуральной кожи в точке приложения деформирующей нагрузки показали дисперсию 0,0007 у кожи «Наппа 1» и 0,0005 у кожи «Элит», при разбросе значений, соответственно, 0,09 мм (от 1,06 мм до 1,15 мм) и 0,07 мм (от 1,08 мм до 1,15 мм). При этом средние значения толщины образцов обоих видов натуральных кож составили 1,12 мм (округлено до двух знаков после запятой).

Таблица 1 – Значения остаточной деформации образцов кож различных видов, мм

№ п/п	Натуральная кожа «Наппа 1»	Натуральная кожа «Элит»	Искусственная кожа «Met Lack бордовый»	Искусственная кожа «Met Lack тёмно-синий»
1	0,08	0,12	0,18	0,20
2	0,15	0,14	0,19	0,20
3	0,16	0,15	0,20	0,22
4	0,16	0,15	0,21	0,22
5	0,17	0,16	0,21	0,23
6	0,17	0,16	0,21	0,23
7	0,17	0,17	0,21	0,23
8	0,17	0,17	0,21	0,23
9	0,18	0,18	0,21	0,23
10	0,18	0,18	0,21	0,23
11	0,19	0,18	0,22	0,23
12	0,19	0,19	0,22	0,23
13	0,19	0,19	0,22	0,23
14	0,19	0,19	0,22	0,23
15	0,19	0,19	0,22	0,23
16	0,19	0,20	0,22	0,23
17	0,19	0,20	0,22	0,24
18	0,19	0,21	0,22	0,24
19	0,20	0,22	0,22	0,24
20	0,21	0,22	0,22	0,24
21	0,22	0,22	0,23	0,24
22	0,22	0,23	0,23	0,24
23	0,34	0,23	0,23	0,24
24	0,37	0,36	0,24	0,25
25	0,38	0,39	0,24	0,25

Также характерной особенностью натуральных кож является наличие в них довольно большого количества свободных пространств – пор, имеющих различную величину, форму и расположение. Общий объем пор в коже зависит от характера исходного сырья и особенностей выполнения отдельных производственных процессов и операций (отмоки, золки, мягчения, дубления, жирования, наполнения, растяжки, прокатки, лощения и др.). В зависимости от перечисленных факторов объем пор в кожах для верха обуви колеблется от 25 до 75 % [5].

Значительная разбежка значений толщины и наличие пористости натуральных кож обуславливают существенные колебания величины их остаточной деформации.

Для проверки результатов испытаний образцов натуральных кож на грубые ошибки (выбросы) применялся критерий Смирнова-Граббса [6]. Расчёты показали, что при исследовании 25 образцов натуральной кожи «Наппа 1» выбросами получились результаты испытаний четырёх образцов со значениями остаточной деформации 0,08 мм, 0,34 мм, 0,37 мм и 0,38 мм. Данные значения были исключены из выборки.

При исследовании образцов натуральной кожи «Элит» выбросами оказались результаты испытаний двух образцов со значениями остаточной деформации 0,36 мм и 0,39 мм. Данные значения также были исключены из выборки. Кроме того, для соответствия итоговому количеству элементов выборки, равному 21 образец, по натуральной коже «Наппа 1», из выборки по коже «Элит» исключили образцы с самыми малыми значениями остаточной деформации, равными 0,12 мм и 0,14 мм. После исключения из выборок резко выделяющихся значений, среднее значение величины остаточной деформации образцов кожи «Элит» составило 0,18 мм, а образцов кожи «Наппа 1» – 0,19 мм (округлено до двух знаков после запятой).

Значения остаточной деформации у образцов искусственных кож получились визуально гораздо более однородными, чем у образцов натуральных кож. Структура и строение искусственных кож характеризуется гораздо большим постоянством, чем натуральных. Так, структура пористого слоя искусственных кож является корпускулярной с размерами пор всего от 20 мкм до 50 мкм. Кроме того, искусственные кожи более однородны по толщине, благодаря равномерному распределению

нитей основы и утка по опорной поверхности тканого слоя. Толщина пористого слоя находится в пределах 520 мкм, толщина текстильной основы варьируется от 400 мкм до 460 мкм [7]. Разбежка значений толщины искусственной кожи «Met Lack бордовый», также как и искусственной кожи «Met Lack тёмно-синий», в точке приложения деформирующей нагрузки составила всего 0,02 мм – от 1,09 мм до 1,11 мм. Средние значения толщины в обеих выборках получились равными 1,10 мм (округлено до двух знаков после запятой). При этом дисперсии измерений толщины в обоих случаях оказались чрезвычайно малыми.

Исследование результатов испытаний остаточной деформации искусственной кожи «Met Lack бордовый» на выбросы методом Смирнова-Грabbса [6] показало всего одно резко выделяющееся значение, равное 0,18 мм. Оно было исключено из итоговой выборки. Кроме того, для соответствия итоговому количеству элементов, равному 21, образец, в выборках по натуральным козам, из выборок искусственным козам исключили образцы с двумя самыми малыми и двумя самыми большими значениями остаточной деформации. Из массива данных испытаний искусственной кожи «Met Lack бордовый», кроме выброса, исключили также результаты, равные 0,19 мм и 0,24 мм, а из массива

данных испытаний искусственной кожи «Met Lack тёмно-синий» – результаты, равные 0,20 мм и 0,25 мм. После исключения из выборок указанных значений, средние значения величины остаточной деформации образцов искусственной кожи «Met Lack бордовый» составили 0,22 мм, а искусственной кожи «Met Lack бордовый» – 0,23 мм.

Как уже отмечалось, согласно ГОСТ 21463-87 «Обувь. Нормы прочности» [3], для обуви с задниками из картона значение остаточной деформации её пяточной части не должно превышать 1 мм. Таким образом, в нормируемой величине остаточной деформации всей системы материалов пяточной части обуви примерно одну пятую часть (от 18 % до 23 %) составляет остаточная деформация материала верха, что является достаточно значительной долей при измерении этого показателя.

Очевидно, что систематическая погрешность, заключённая в методике измерения остаточной деформации задника, связана с плотностью внутренних связей структурных элементов материалов верха обуви. Пористые и монолитные структуры материалов для деталей верха обуви будут давать значение погрешности измерений в довольно широком диапазоне значений, особенно с увеличением их толщины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михеева, Е. Я. Справочник обувщика (Технология) / Е. Я. Михеева, Г. А. Мореходов, Т. П. Швецова. – М. : Легпромбытиздат, 1989. – 416 с.
2. Обувь. Метод определения общей и остаточной деформации подноски и задника : ГОСТ 9135-2004. – Взамен ГОСТ 9135-73 ; введ. 2006.07.01. – М. : Издательство стандартов, 2004. – 6 с.
3. Обувь. Нормы прочности : ГОСТ 21463-87. – Взамен ГОСТ 21463-76 ; введ. 01.01.89. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 7 с.
4. Буркин, А. Н. Формоустойчивость обуви : монография / А. Н. Буркин, Е. А. Шеремет ; под общ. ред. А. Н. Буркина. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 340 с.
5. Строение, химический состав и физико-механические свойства кожи [Электронный ресурс] // Проект «Изготовление обуви». – Режим доступа: <http://shoeslib.ru/books/item/f00/s00/z0000006/st005.shtml/>. – Дата доступа: 09.04.2022.
6. Салин, В. Н. Статистика / В. Н. Салин. – М. : КноРус, 2018. – 328 с.
7. Борозна, В. Д. Оценка свойств искусственных кож при изготовлении и эксплуатации обуви : дис. ... канд. технич. наук : 05.19.01 / В. Д. Борозна. – Витебск, 2019. – 217 с.

REFERENCES

1. Mikheeva, E. Ya. Shoemaker's Handbook (Technology) / E. Ya. Mikheeva, G. A. Morekhodov, T. P. Shvetsova. – M. : Legprombytizdat, 1989. – 416 p.
2. Shoes. Method for determining the total and residual deformation of the toe and back : GOST 9135-2004. – Instead of GOST 9135-73 ; input. 2006.07.01. – M. : Publishing house of standards, 2004. – 6 p.
3. Shoes. Strength standards : GOST 21463-87. – Instead of GOST 21463-76 ; introduced. 01.01.89. – M. : Publishing house of standards, 1988. – 7 p.
4. Burkin, A. N. Form stability of shoes : monograph / A. N. Burkin, E. A. Sheremet ; under total ed. A. N. Burkina. – Vitebsk : EE "VG TU", 2017. – 340 p.
5. Structure, chemical composition and physical and mechanical properties of leather [Electronic resource] // Shoe making project. – Access mode: <http://shoeslib.ru/books/item/f00/s00/z0000006/st005.shtml/>. – Access date: 04/09/2022.
6. Salin, V. N. Statistics / V. N. Salin. – M. : KnoRus, 2018. – 328 p.
7. Borozna, V. D. Evaluation of the properties of artificial leather in the manufacture and operation of footwear: dis. ... cand. tech. science : 05.19.01 / V. D. Borozna. – Vitebsk, 2019. – 217 p.

SPISOK LITERATURY

1. Miheeva, E. Ja. Spravochnik obuvshhika (Tehnologija) / E. Ja. Miheeva, G. A. Morehodov, T. P. Shvecova. – M. : Legprombytizdat, 1989. – 416 s.
2. Obuv'. Metod opredelenija obshhej i ostatočnoj deformacii podnoska i zadnika : GOST 9135-2004. – Vzamen GOST 9135-73 ; vved. 2006.07.01. – M. : Izdatel'stvo standartov, 2004. – 6 s.
3. Obuv'. Normy prochnosti : GOST 21463-87. – Vzamen GOST 21463-76 ; vved. 01.01.89. – M. : Izdatel'stvo standartov, 1988. – 7 s.
4. Burkin, A. N. Formoustojchivost' obuvi : monografija / A. N. Burkin, E. A. Sheremet ; pod obshh. red. A. N. Burkina. – Vitebsk : UO «VGTU», 2017. – 340 s.
5. Stroenie, himicheskij sostav i fiziko-mehaničeskie svojstva kozhi [Jelektronnyj resurs] // Proekt «Izgotovlenie obuvi». – Rezhim dostupa: <http://shoeslib.ru/books/item/f00/s00/z0000006/st005.shtml/>. – Data dostupa: 09.04.2022.
6. Salin, V. N. Statistika / V. N. Salin. – M. : KnoRus, 2018. – 328 s.
7. Borozna, V. D. Ocenka svojstv iskusstvennyh kozh pri izgotovlenii i jekspluatacii obuvi : dis. ... kand. tehnič. nauk : 05.19.01 / V. D. Borozna. – Vitebsk, 2019. – 217 s.

Статья поступила в редакцию 10.10.2021

Переработка отходов промышленного кроя в продукт моды

Л.В. Попковская^{1а}, Н.С. Захарчук¹, С.Н. Вичева²

¹Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

²ОАО «Знамя индустриализации», Республика Беларусь

^аE-mail: melopaque@gmail.com

Аннотация. Настоящая статья основана на данных, обработанных по результатам практических исследований, проведенных в коллаборации с ОАО «Знамя индустриализации» (г. Витебск). Использование в своей работе особых технологических процессов обусловлено возможностью решения вопросов экомоды. Уникальные свойства устойчивой моды усиливаются при грамотном промышленном направлении дизайна швейных изделий в условии утилизации отходов мерного лоскута.

Ключевые слова: дизайн, мода, производственные отходы, стеганные поверхности, одежда, нормы расхода, эксперимент.

Processing of Industrial Cutting Waste in a Fashion Product

L. Popkovskaya^{1а}, N. Zakharchuk¹, S. Vicheva²

¹Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

²OJSC «Znamya Industrializatsiya», Republic of Belarus

^аE-mail: melopaque@gmail.com

Annotation. This article is based on data processed from the results of practical research conducted in collaboration with OJSC «Znamya Industrializatsiya» (Vitebsk). The use of special technological processes in their work is due to the possibility of solving eco-fashion issues. The unique properties of sustainable fashion are enhanced with a competent industrial direction in the design of garments in the condition of recycling the waste of a measuring flap.

Key words: design, fashion, industrial waste, quilted surfaces, clothing, consumption rates, experiment.

В ходе использования возможностей и технических баз предприятий легкой промышленности, с целью реализации творческих идей в производственных условиях, встает глобализация не только индустриальной и рыночной сферы, но и экологии. Возможность создания модели на основе использования мерного лоскута становится источником решения проблем окружающей среды. Целью проведенной работы является адаптация принципов устойчивой моды в условиях швейного производства. Задача исследования – создание продукта моды, определение процентной заполняемости лекальных зон при нормировании расходов сырья. Предмет исследования – отходы в процессе проектирования верхней одежды (жилетов). Участники эксперимента – УО «Витебский государственный технологический университет» и ОАО «Знамя индустриализации».

Переменчивость моды поменяла ее структуру. Особый интерес вызывают вопросы проблематики устойчивой моды, возникшие с появлением направления апсайклинг. Целый ряд инновационных средств актуализирует сферу технологий,

внедряющихся в повседневную жизнь. Взаимодействие культурологии моды и конструкторско-технологического совершенства проектируемых изделий способствуют пониманию сложившихся обстоятельств и возможностей обновления среды [1].

На примере анализа опубликованных работ в сборнике материалов II Международной научно-практической конференции, посвященной Фёдорову Максимовичу Пармону «Инновации и технологии к развитию теории современной моды «МОДА (МАТЕРИАЛЫ. ОДЕЖДА. ДИЗАЙН. АКССЕСУАРЫ)» (РГУ им. А.Н. Косыгина, г. Москва), можно убедиться в достоверности соприкосновения последования моды и технологий. Пути их сближения направлены на кардинальные улучшения экодизайна и систем информационных технологий. На примере анализа вышеперечисленного сборника трудов можно убедиться в том, что «московское издание» усиленно раскрывает вопросы носибельных технологий моды, где со стороны исследователей в основном представлены труды литературоведческого характера. При наличии четырех секций, с нашей стороны особого

внимания заслуживает секция II «Технологии редизайна костюма и материалов», статьи которой связаны непосредственно с «умными» технологиями.

В противоположность литературоведческому анализу, научный журнал «Материалы и технологии» (УО «ВГТУ», г. Витебск) усиленно осуществляет исследования «технологической» моды. Можно сказать, что потенциал технического профиля значительно выше, так как он охватывает вопросы индустрии и интуитивный уровень творческого процесса создания современного костюма переходит на материальный. Любая ткань, любая структура немислима без индустрии моды – любой материал немислим без технологической оболочки, то есть без человека, его тела [2].

В качестве наглядного материала выбраны 2 эскиза жилета – мужского и детского для мальчика. Последний из них младшей школьной возрастной группы для мальчиков – 2ММ – с размерными признаками: рост 128,134,140,146; обхват груди 60, 64, 68, 72, 76; обхват талии (2-я полнотная группа) 60, 63, 66, 69, 72 (рис. 1).

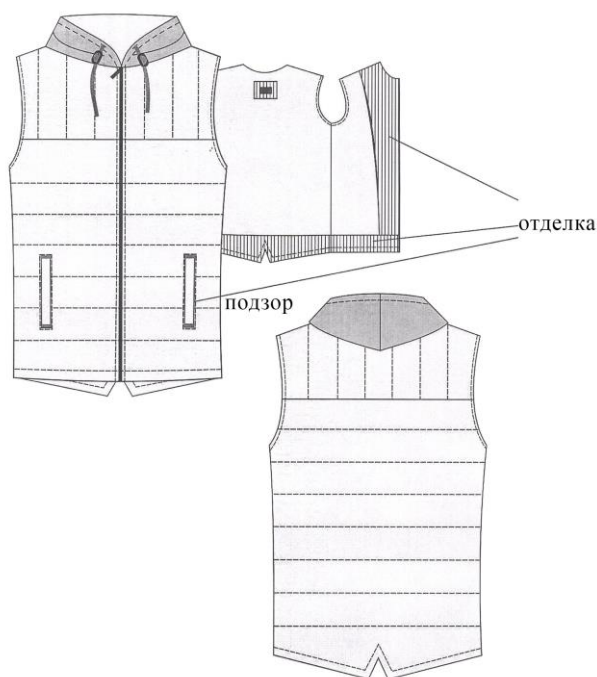


Рисунок 1 – Технический эскиз модели 8800 (жилет для мальчика)

Одно из условий соблюдения тренда на eco-friendly в условиях производства – универсальность идеи и привлекательность внешнего вида. Ярким примером может послужить разработка модели детского жилета из стёганой плащевой ткани с натуральной подкладкой. Готовые стёганые полотна удобны тем, что избавят от многих хлопот, связанных как с приобретением материалов, так и с организацией стёжки. Стёганую ткань можно выбрать как для утеплённых плащей, так и для демисезонной и зимней

одежды. Для стёганных полотен используются лёгкие и практичные ткани, которые идеально подходят для компактной и тёплой одежды. Традиционно, дизайн стёжки – полоска и клетка [3].

Концептуальные ориентиры формообразования: структурность, узнаваемость, согласованность, стильность, знаковость, взаимодействие (характер эскизного изображения и поверхностного слоя материалов), универсальность, стабильность, технологичность, экономичность с учетом норм расхода сырья моделей (табл. 1).

Эмоциональные ориентиры: долговечность – модели неяркие и несмелые по цвету, следовательно, насыщенно синий цвет обеспечивает сдержанность и практичность, что увеличивает временные рамки ее использования в гардеробе. Характеристики универсальности и стильности привели к суждению о носибельности, когда модели смогут вписаться в контексте любого персонального стиля, исключая понятие старомодной вещи. Такие модели хорошо сидят и хорошо смотрятся, они не теряют своей популярности и остаются долго востребованными. Натуральность нижнего слоя жилета усиливает впечатление о стабильности дизайна при распашном методе его ношения, когда клетка актуализирует ее применение. Поэтому принято решение на запуск повторной партии данных моделей, особенно мужского жилета с переработкой уже не только отходов кроя, но и залежалых метровых рулонов ткани [4].

Данные научного эксперимента, его итоговый анализ обогатили суждения о методах устойчивой моды. Экодизайн заставил продлить жизненный цикл закупленных материалов в ходе создания необходимых проектируемых изделий мужского ассортимента, объединяемого символизмом классики, спорта и унисекса.

В результате вариативности раскладок авторами проведен анализ длины ткани (куска), при определенной заданной ширине материала с определением процентной составляющей ее практического использования. Данные представлены в таблице 2.

Данные исследования свидетельствуют, что рекордсменом из 4 раскладок детского жилета стал рисунок-стежки полоса (вертикальная). Длина раскладки одного жилета при ширине 1 м 38 см, составляет 54,01 см. Использование поверхности материала – 73,65 %.

Результаты позволили составить представление о том, что подборка качественных изображений моделей мужского и детского ассортимента и правильный выбор мерного лоскута составляют основу практического решения вопросов устойчивой моды. Разумная раскладка лекал изделий с учетом различного направления стежки на поверхности тканей верхнего слоя, их точное нормирование усиливают методику проведения данного эксперимента (исследования) (рис. 2).

Таблица 1 – Средневзвешенные нормы расхода сырья модели 8800 (жилет для мальчика)

Наименование показателей	Артикул	Норма	Ширина	м ²	кг
ВЕРХ-стежка с подгонкой (из секции остатков)	долевая полоса 10	0,56	1,38	0,7896	
	поперечная полоса 10	0,66	1,38	0,9306	
	ромб 6,5*6,5	0,63	1,38	0,8883	
	квадрат 5*5	0,65	1,38	0,9165	
ВЕРХ 1-отделка	вельвет; 20S08/51	0,23	1,42	0,3335	
Клеевая	78300	0,29	0,99	0,29	
Подкладка	5010	0,36	1,45	0,5328	
Карманка	70003	0,10	1,45	0,148	
Утеплитель	100 гр	0,49	1,45	0,7252	
Спанбонд		0,46	1,58	0,7268	
Трикотаж (капюшон)	футер	0,14	1,85	0,2632	0,07604
Прокламельин	8515	0,002	0,89	0,00184	

Таблица 2 – Наименование раскладок модели 8800D

Рисунок	Клетка (рис. 2 а)	Клетка-диагональ (рис. 2 б)	Полоса горизонтальная (рис. 2 в)	Полоса вертикальная (рис. 2 г)
Имя раскладки	8800ST-02-138	8800ST2-08-138	8800ST4-23-144	8800ST-06-138
Длина раскладки	0 м 65,06 см	0 м 68,72 см	0 м 46,13 см	0 м 54,01 см
Ширина	1 м 38,00 см	1 м 38,00 см	1 м 44,00 см	1 м 38,00 см
Использование	67,47 %	61,17 %	69,01 %	73,65 %

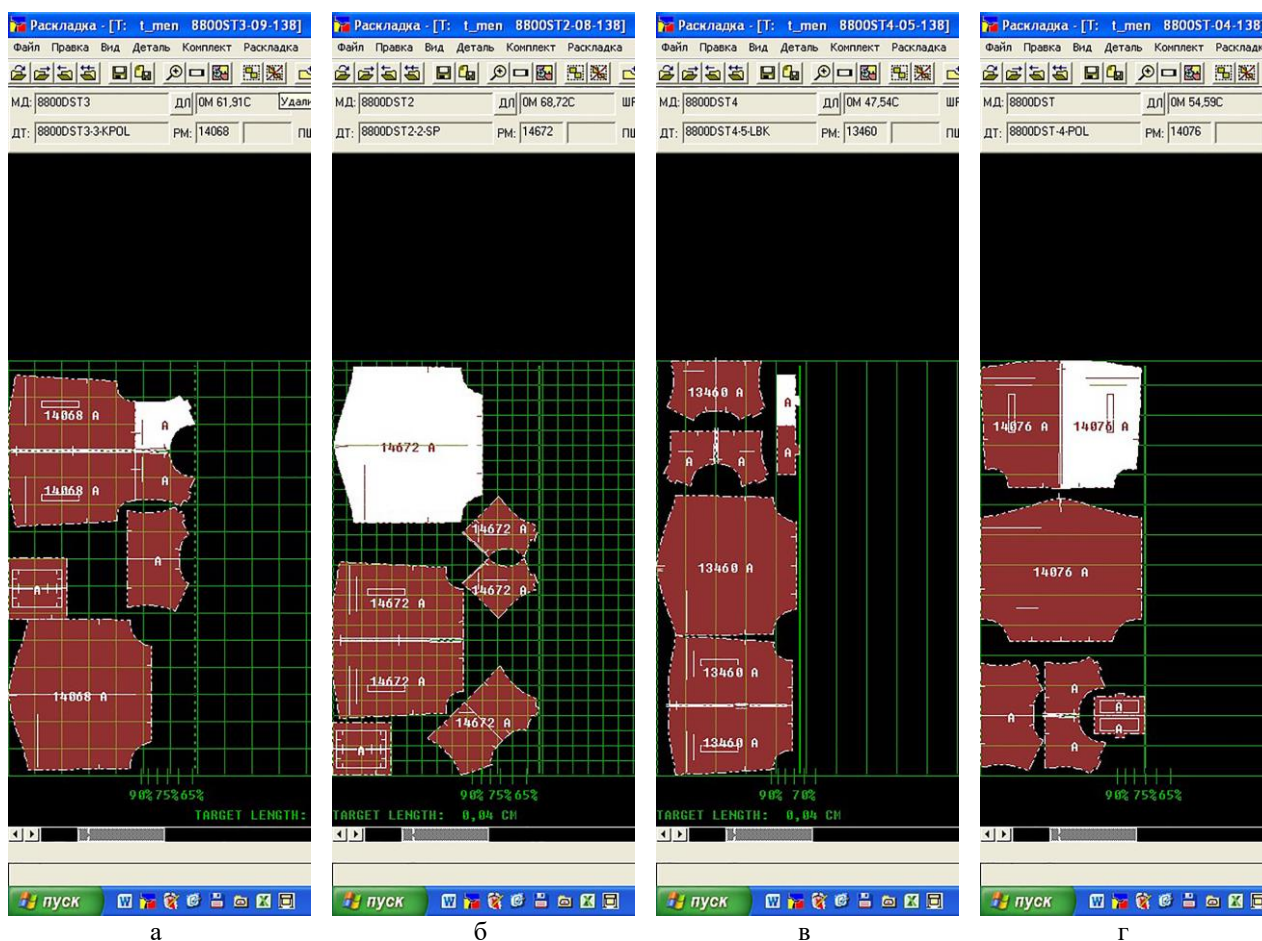


Рисунок 2 – Раскладка модели 8800D в различных направлениях стежки из отходов мерного лоскута

Составилось четкое мнение, что специфика структуры модели, ее крой, длина, конфигурация основных и фасонных деталей и отделки, приемы их использования полностью зависят от направления стежки. В ходе изготовления моделей учитывались схемы подгонки рисунков стеганой поверхности.

Далее представлены схемы подгонки трех рисунков согласно их очередности:

1. Модель 8800D (клетка, клетка-диагональ).
Должны быть симметричны между собой следующие детали:
 - перед;
 - кокетки переда;
 - листочки;
 - кокетка спинки и спинка относительно центральных надсечек (рис. 3).

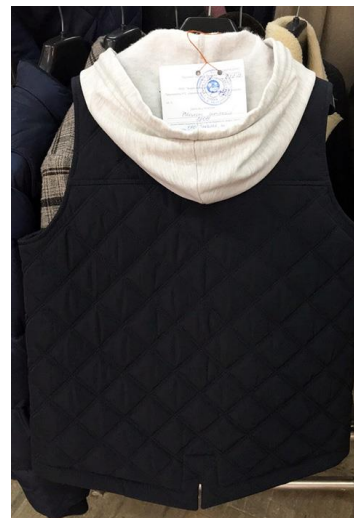


Рисунок 3 – Модель 8800D (клетка-диагональ)

2. Модель 8800D (полоса горизонтальная).
В раскладке должны быть симметричны между собой следующие детали:

- перед;
- кокетки переда;

- листочки;
- кокетка спинки относительно центральных надсечек.

Второе условие – боковые швы подгоняются по горизонтали от низа до проймы (рис. 4).



Рисунок 4 – Модель 8800D (полоса горизонтальная)

3. Модель 8800D (полоса вертикальная).
Должны быть симметричны между собой следующие детали:

- кокетка спинки относительно центральных надсечек;
- перед по горизонтали;

- листочки;
- кокетки переда между собой.

Как и в предыдущем варианте боковые швы подгоняются по горизонтали от низа до проймы (рис. 5).



Рисунок 5 – Модель 8800D (жилет детский) в экспозиции

Мужской жилет (рис. 6) – второй предмет данного исследования, предусматривает эстетические показатели внешнего вида, технологичность заданных условий использования мерного лоскута до 1 м 80 см (во избежания разнооттеночности кусков), необходимость комплектования лекал и их нормирования (табл. 3) аналогично требованиям детской модели.

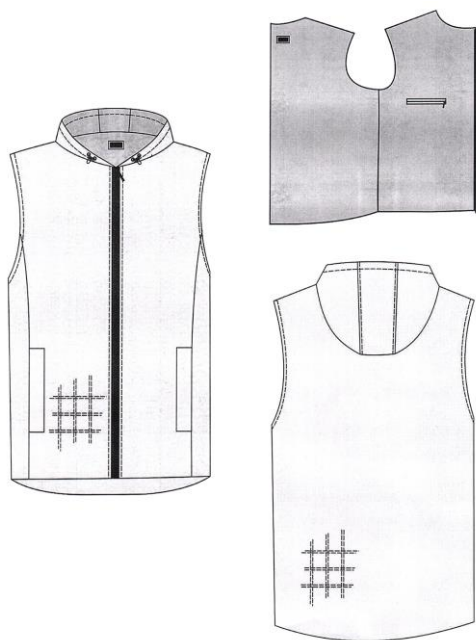


Рисунок 6 – Технический эскиз модели 8801D (жилет мужской)

Схема подгонки рисунка модели 8801D (стежка-клетка) при соблюдении выпуска моделей размерных признаков – 88-116 и ростов – 170-176 и 182-188 на следующих условиях их исполнения:

1. Должны быть симметричны между собой следующие детали верха:

- перед;
- бочки по горизонтали;
- листочки;
- центральная часть капюшона относительно центральных надсечек;
- боковые части капюшона.

2. Должны быть симметричны между собой следующие детали подкладки:

- спинка относительно центральных надсечек;
- перед;
- листочки;
- центральная часть капюшона относительно центральных надсечек;
- боковые части капюшона.

Технические условия раскладки мужского жилета с использованием рисунка стежки «клетка» (рис. 7) представлены в таблице 4.

Таблица 3 – Средневзвешенные нормы расхода сырья модели 8801D (жилет мужской)

Наименование показателей	Артикул	Норма	Ширина	м ²
ВЕРХ с подгонкой	из секции остатков	1,40	1,38	1,974
Подкладка с подгонкой	Flannel, 52003, шотландка	1,26	1,41–1,49	1,89
Подкладка (карманы)	100	0,15	1,45	0,222
Клеевая	78300	0,015	0,99	0,015
Прокламелин	504	0,015	0,88	0,01335
Утеплитель	60 гр	0,24	1,45	0,348
Утеплитель	100 гр	0,90	1,45	1,305

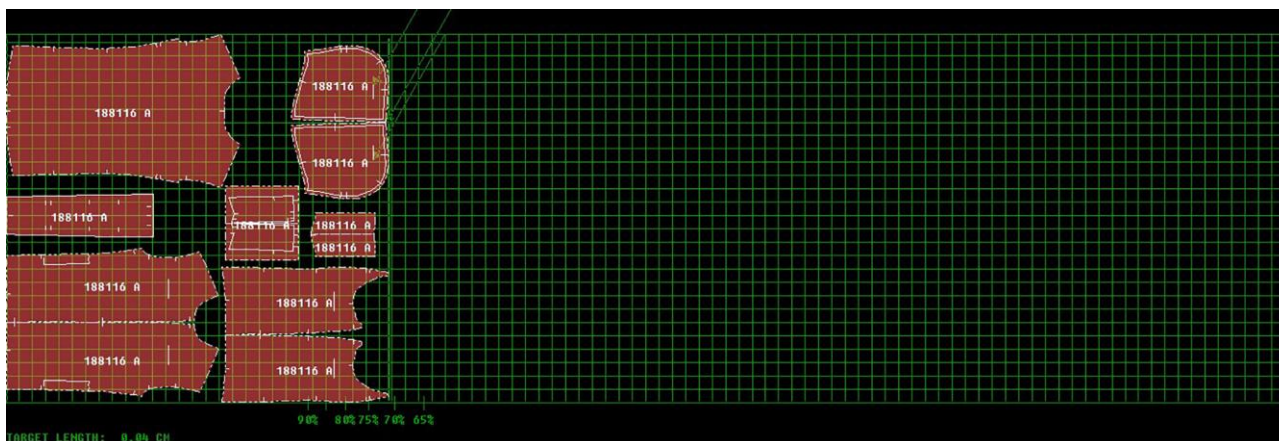


Рисунок 7 – Раскладка модели 8801D (стежка-клетка)

Таблица 4 – Наименование раскладки модели 8801D

Рисунок	Стежка-клетка (рис. 7)
Имя раскладки	8801DB-02-138
Длина раскладки	1 м 43,46 см
Ширина	1 м 38,00 см
Использование	71,14 %

При использовании производственных отходов задачей являлось создание законченного продукта швейного производства как полноценного предмета дизайна. Графический анализ эскизов показал их лаконичность, методичность изображения, узнаваемость признаков спортивного стиля с преобладанием их классических черт как стежка полотна, введение центральной застежки на «молнию» (унисекс), так как в дальнейшем при реализации этих изделий, несмотря на темно-синюю цветовую гамму, модель приобреталась женщинами с малыми объемами груди. Восприятие зрителя значительно влияет на результативность потребления товара. Поэтому модель выглядит «чисто», можно сказать, с воплощением символов классического стиля (в отделке – ткань с рисунком «клетка»). Капюшон, карманы-листочки, шнурки – атрибуты спортивного направления, однако принятое эскизное решение содержательно с точки зрения его эффективного производства (рис. 8).

Полученные данные подтверждают, что развитие этого направления дизайна, акцентирующего острое внимание на проблемах устойчивости и экологичности, чрезвычайно важно. Необходимость создания продукта стилистически убедительного и технологически грамотного, привлекательного с точки зрения как понятия создания моды, так и практического эксперимента (применения). Подобные исследования являются потенциалом дальнейшего изучения медленной моды, наслаждением продукта дизайна.



Рисунок 8 – Модель мужского жилета 8801D (стежка-клетка)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захарчук, В. С. Принципы сегментирования устойчивой моды / В. С. Захарчук, Л. В. Попковская // Инновации и технологии к развитию теории современной моды «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)», посвященная Фёдору Максимовичу Пармону : сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Москва, 6 апреля, 2022 г. / ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина». – Москва, 2022. – С. 217–220.
2. Попковская, Л. В. Материализация визуальных образов стартап проекта = Materialization of visual images of the startup project / Л. В. Попковская // Инновации и технологии к развитию теории современной моды «Мода (Материалы. Одежда. Дизайн. Аксессуары)» : сборник материалов I Международной научно-практической конференции, посвященной Фёдору Максимовичу Пармону, Москва, 5–7 апреля, 2021 г. / ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)». – Москва, 2021. – Ч. 1. – С. 118–123.
3. Захарчук, В. С. Анализ стёганных поверхностей в коллекциях дизайнеров женской одежды / В. С. Захарчук, Л. В. Попковская // *Материалы и технологии*. – 2018. – № 1 (1). – С. 95–101.
4. Сирмакова, А. В. Создание коллекции в условиях промышленного проектирования / А. В. Сирмакова, Л. В. Попковская // Тезисы докладов 45 республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году книги / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – С. 201–202.

REFERENCES

1. Zakharchuk, V. S. Principles of sustainable fashion segmentation / V. S. Zakharchuk, L. V. Popkovskaya // *Innovations and technologies for the development of the theory of modern fashion "Fashion (Materials. Clothing. Design. Accessories)"*, dedicated to Fyodor Maksimovich Parmon : collection of materials of the II International Scientific and Practical Conference, Moscow, April 6, 2022 / FGBOU VO "RSU named after A. N. Kosygin (Technology. Design. Art)". – Moscow, 2022. – P. 217–220.
2. Popkovskaya, L. V. Materialization of visual images of the startup project / L. V. Popkovskaya // *Innovations and technologies for the development of the theory of modern fashion "Fashion (Materials. Clothing. Design. Accessories)"* : collection of materials of the I International Scientific and Practical Conference dedicated to Fyodor Maksimovich Parmon, Moscow, April 5–7, 2021 / FGBOU VO "RSU named after A. N. Kosygin (Technology. Design. Art)". – Moscow, 2021. – Part 1. – P. 118–123.
3. Zakharchuk, V. S. Analysis of quilted surfaces in the collections of women's clothing designers / V. S. Zakharchuk, L. V. Popkovskaya // *Materials and technologies*. – 2018. – №. 1 (1). – P. 95–101.
4. Skirmakova, A. V. Creation of a collection in conditions of industrial design / A. V. Skirmakova, L. V. Popkovskaya // *Abstracts of reports of the 45th republican scientific and technical conference of teachers and students dedicated to the year of the book / VGTU*. – Vitebsk, 2012. – P. 201–202.

SPISOK LITERATURY

1. Zaharchuk, V. S. Principy segmentirovaniya ustojchivoj mody / V. S. Zaharchuk, L. V. Popkovskaja // *Innovacii i tehnologii k razvitiyu teorii sovremennoj mody "Moda (Materialy. Odezhda. Dizajn. Aksessuary)"*, posvjashhennaja Fjodoru Maksimovichu Parmonu : sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Moskva, 6 aprelja, 2022 g. / FGBOU VO "RGU im. A. N. Kosygina". – Moskva, 2022. – S. 217–220.
2. Popkovskaja, L. V. Materializacija vizual'nyh obrazov startap proekta = Materialization of visual images of the startup project / L. V. Popkovskaja // *Innovacii i tehnologii k razvitiyu teorii sovremennoj mody "Moda (Materialy. Odezhda. Dizajn. Aksessuary)"* : sbornik materialov I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj Fjodoru Maksimovichu Parmonu, Moskva, 5–7 aprelja, 2021 g. / FGBOU VO "RGU im. A. N. Kosygina (Tehnologii. Dizajn. Iskusstvo)". – Moskva, 2021. – Ch. 1. – S. 118–123.
3. Zaharchuk, V. S. Analiz stjoganyh poverhnostej v kollekcijah dizajnerov zhenskoi odezhdy / V. S. Zaharchuk, L. V. Popkovskaja // *Materialy i tehnologii*. – 2018. – № 1 (1). – S. 95–101.
4. Skirmakova, A. V. Sozdanie kollekcii v uslovijah promyshlennogo proektirovaniya / A. V. Skirmakova, L. V. Popkovskaja // *Tezisy dokladov 45 respublikanskoj nauchno-tehnicheskoj konferencii prepodavatelej i studentov, posvjashhennoj godu knigi / UO "VGTU"*. – Vitebsk, 2012. – S. 201–202.

Статья поступила в редакцию 15.11.2021

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал

№ 2 (8), 2021

Дизайн обложки: *Самутина Н.Н., Мороз Е.В.*
Компьютерная верстка: *Григорьева Н.В.*
Редактор: *Осипова Т.А.*

Подписано в печать 08.11.2022. Гарнитура Times.
Усл. печ. листов 8,4. Уч.-изд. листов 10,9. Формат 60x90 1/8. Тираж 9 экз. Заказ № 294.

Выпущено редакционно-издательским отделом
Витебского государственного технологического университета.
210038, Республика Беларусь, г. Витебск, Московский пр-т, 72.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.