

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
№ 2 (10), 2022



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 (10), 2022



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

Влияние интенсивности теплового потока на деформационно-прочностные свойства материалов спецодежды	9
<i>В.И. Бесшапошникова, Х.А. Аль Кхдер, С.А. Вассоф, К.С. Гулина, П.С. Максимчук</i>	
Анализ структуры и свойств древесных наполнителей композиционных материалов для деталей низа обуви	14
<i>К.О. Ермаловича, А.Н. Радюк, Ю.В. Дойлин</i>	
Анализ ассортимента полимерных подошвенных материалов на обувных предприятиях г. Витебска.....	21
<i>Козлова М.А., Ермалович К.О., Радюк А.Н.</i>	

Швейное производство

Исследование ниточных соединений полипропиленовой ткани с ламинацией для транспортной тары	26
<i>Е. А. Лойко, Е. Л. Лукьянова, Н. В. Ульянова</i>	
Рациональное использование энергоресурсов в швейной отрасли.....	32
<i>Р. Т. Мирзоев</i>	
Разработка и исследование технологического процесса получения многокомпонентных огнестойких нитей.....	38
<i>О.В. Шумилин, Д.Д. Соколова, В.Г. Буткевич, Г.И. Москалёв</i>	
Технология получения комбинированного огнестойкого материала	43
<i>В.Г. Буткевич, Г.И. Москалёв., Е.И. Рутченков</i>	

Композиционные материалы

Влияние композиций электроформовочных растворов на их основные свойства.....	47
<i>М.А. Демидова</i>	
Оценка качества плит МДФ по показателям физико-механических свойств.....	53
<i>Грошев И.М., Бабаев Б.С., Радюк А.Н.</i>	

Информационные технологии и автоматизация

Устройство для исследования на прочность изделий, изготовленных по аддитивным технологиям	59
<i>А.С. Ковчур, Е.И. Марушко, А.О. Щербатый, Т.В. Михнов</i>	

Дизайн

Применение образов славянской мифологии в композиции штучных изделий	67
<i>А.Б. Лисьева, Н.Н. Самутина</i>	
Технология изготовления костюмных тканей комбинированных переплетений на ткацких станках с жаккардовой машиной	75
<i>Г.В. Казарновская, Е.С. Милеева</i>	

Анализ навигации и композиционного строения страниц сайтов интернет-магазинов	82
<i>Н.Д. Нестерович, Н.Н. Самутина</i>	
Производство интерьерного панно «Мир» по технологии слущких поясов	91
<i>Ю.Н. Пархимович, Г.В. Казарновская</i>	

CONTENTS

Material Science

- Influence of Heat Flow Intensity on Deformation and Strength Properties of Overalls Materials**9
V. Besshaposhnikova, H. Al Khder, S. Wassof, K. Gulina, P. Maksimchuk
- Analysis of Structure and Properties of Wood Fillers of Composite Materials for Shoe Bottom Parts**..... 14
K. Ermalovich, A. Raduk, Y. Doylin
- Analysis of the Assortment of Polymer Plantar Materials at Shoe Enterprises in Vitebsk**21
M. Kozlova, K. Ermalovich, A. Raduk

Clothing industry

- Research of Thread Connections of Polypropylene Fabric with Lamination for Transportation Containers**.....26
E. Loiko, E. Lukyanova, N. Ulyanova
- Rational Use of Energy Resources in the Garment Industry**.....32
P. Mirzoyev
- Development and Research of Technological Process of Multicomponent Flame-Retardant Yarns Production**38
O. Shumilin, D. Sokolova, V. Butkevich, G. Moskalyov
- Technology of Obtaining the Combined Fire-Thermal Resistant Material**43
V. Butkevich, G. Moskalyov, E. Rutchenkov

Composite materials

- Influence of Compositions of Electrospinning Solutions on their Main Properties**.....47
M. Demidova
- Quality Assessment of MDF Boards by Physical and Mechanical Properties Indicators**53
I. Groshev, B. Babaev, A. Radiuk

Information Technologies and Automation

- Device for Studying the Strength of Products Manufactured by Additive Technologies**59
A. Kauchur, Y. Marushka, A. Shcherbatyi, T. Mihnov

Design

- The Use of Images of Slavic Mythology in the Composition of Piece Products**67
A. Lisyeva, N. Samutina
- Technology of Manufacturing of Costume Fabrics of Combined Weaves on Looms with a Jacquard Machine** 75
G. Kazarnovskaya, E. Mileeva

Analysis of Navigation and Composition Structure of Pages of Internet Stores Sites	82
<i>N. Nesterovich, N. Samutsina</i>	
Production of Interior Panels «Mir» According to the Technology of Slutsk Belts.....	91
<i>Yu. Parkhimovich, G. Kazarnovskaya</i>	

Влияние интенсивности теплового потока на деформационно-прочностные свойства материалов спецодежды

В.И. Бешапошникова^а, Х.А. Аль Кхдер, С.А. Вассоф, К.С. Гулина, П.С. Максимчук
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Российская Федерация
E-mail: ^аvibesvi@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния теплового потока на свойства огнезащитных тканей спецодежды. Установлено, что разработанная модифицированная афламита KWB ткань арт. 3137O3T, не уступает по устойчивости к воздействию теплового потока отечественным (ткань арт. 11475OP) и зарубежным (ткань BANOX 440) аналогам. Исследуемые ткани выдерживают плотность теплового потока до 40 кВт/см² в течение 1800 сек без существенной потери свойств. Повышение плотности теплового потока выше 40 кВт/см² приводит к значительному снижению разрывной нагрузки и разрывного удлинение, потере эластичности тканей и повышению жесткости при изгибе.

Ключевые слова: огнезащитная спецодежда, свойства, структура, ткани, тепловой поток.

Influence of Heat Flow Intensity on Deformation and Strength Properties of Overalls Materials

V. Besshaposnikova^a, H. Al Khder, S. Wassof, K. Gulina, P. Maksimchuk
Russian State University named after A. N. Kosygin (Technology. Design. Art), Russian Federation
E-mail: ^avibesvi@yandex.ru

Annotation. The paper presents the results of the research of influence of heat flow on the properties of flame-retardant fabrics of working clothes. It has been established that the developed modified Aflamite KWB fabric art. 3137O3T, is not inferior to domestic (cloth item 11475OP) and foreign (cloth BANOX 440) analogues in resistance to heat flow. The fabrics withstands thermal flux density up to 40 kW/cm² during 1800 sec without significant loss of properties. Increasing the heat flux density above 40 kW/cm² leads to a significant decrease in the breaking load and breaking elongation, loss of elasticity of the fabrics and increased bending stiffness.

Key words: fireproof overalls, properties, structure, fabrics, heat flux.

Текстильные материалы спецодежды, предназначенной для защиты от воздействия высокотемпературных тепловых потоков, расплава металла и окалины, и других негативных производственных факторов, должны иметь высокие физико-механические и эксплуатационные показатели качества и надежности изделий, сохранять их в процессе эксплуатации. Поэтому при проектировании огнезащитной спецодежды важно знать кинетику изменения структуры и свойств текстильных материалов под воздействием температуры и теплового потока. Это позволит повысить безопасность человека в экстремальных условиях и определить срок эксплуатации одежды [1–3].

Испытания проводили как по стандартным мето-

дикам [4], так и по разработанной нами установке и методике определения устойчивости текстильных материалов и их систем к воздействию теплового потока разной плотности от 5 до 80 кВт/м² и выше [5–7]. Время воздействия теплового потока задавали с учетом данных определения темпа (m , сек), прохождения через материал или пакет одежды теплового потока, обеспечивающего подъем температуры пододежного пространства до критического значения – 37 °С. Стойкость текстильных материалов и пакетов одежды (C_T , %) к воздействию теплового потока определяли по изменению показателя физико-механических свойств до и после воздействия по формуле

$$C_T = 100 (A_1 - A_2) / A_1,$$

где A_1 и A_2 – показатель свойства до и после воздействия высокой температуры соответственно.

Материал считается выдержавшим испытание, если снижение физико-механических показателей материала верха составило не более 50 % от первоначального значения, но не более 10 % от нормативного значения.

Объектами исследования выбраны ткани, предлагаемые на рынке текстиля для спецодежды сварщиков и металлургов: импортная ткань хлопчатобумажная BANOX 440, ткань отечественная огнезащитная льнохлопковая арт. 11475 ОП, и ткань арт. 31370ЗТ огнезащитная афламмитом КWB в лаборатории кафедры материаловедения и товарной экспертизы

РГУ им. А.Н. Косыгина [7].

Испытание исследуемых огнезащитных тканей на определение показателей физико-механических свойств показало (табл. 1), что все ткани характеризуются высокими показателями прочности и устойчивости к истиранию по плоскости. Кислородный индекс превышает 27 % об., следовательно, все ткани относятся к категории трудновоспламеняемых материалов, и могут быть рекомендованы для изделий, эксплуатируемых в условиях высоких температур, брызг расплава металла и теплового потока. Испытания тканей на устойчивость к тепловому потоку начинали в самых экстремальных условиях, на расстоянии 50 мм от фронта пламени (горелки).

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств огнезащитных тканей

Обозначение образца	δ , м	M_s , г/м ²	КИ, % об.	Физико-механические свойства			
				P_p , даН, основа/уток	ℓ_p , %, основа/уток	Жесткость при изгибе, мкН·см ² , основа/уток	Истирание по плоскости, циклы
Ткань арт. 31370ЗТ	0,0035	503	31,5	$\frac{126}{120}$	$\frac{9,5}{10,0}$	$\frac{20118}{19580}$	12885
BANOX 440	0,0039	440	32,7	$\frac{149}{136}$	$\frac{8,4}{9,0}$	$\frac{16452}{18340}$	18447
Ткань арт. 11475 ОП	0,0042	495	27,5	$\frac{125}{115}$	$\frac{7,6}{8,3}$	$\frac{18900}{20190}$	13524

Примечания: δ – толщина материалов; M_s – поверхностная плотность; P_p – разрывная нагрузка; ℓ_p – разрывное удлинение; КИ – кислородный индекс

Ткани подвергали воздействию теплового потока плотностью от 12 до 75 кВт/м² в течение 100–4000 сек. Исследование влияния теплового потока разной плотности на прочностные свойства показало, что при воздействии теплового потока плотностью до 28 кВт/м² в течение 100–250 секунд на всех исследуемых тканях наблюдается примерно одинаковое возрастание разрывной нагрузки на 2–4 % (рис. 1) при снижении удлинения на 8–10 %, по-видимому, за счет уплотнения ткани, в результате тепловой усадки. После чего структура стабилизируется, и прочностные свойства практически не изменяются. Интенсивное снижение разрывной нагрузки всех исследуемых тканей наблюдается после воздействия теплового потока плотностью 37–45 кВт/м² в течение 2000 сек, и ткани не выдерживают воздействие теплового потока плотности 75 кВт/м² более 100 сек. После 600 сек под воздействием теплового потока плотности 75 кВт/м² прочность и удлинение ткани снижается более чем на 50 %.

Снижение удлинения приводит к уменьшению эластичности и повышению жесткости тканей. При плотности теплового потока 12–37 кВт/м² (рис. 2 кр. 1–3) существенных изменений жесткости огнезащитных тканей не наблюдается. С повышением плотности теплового потока до 45 кВт/м² и более, жесткость тка-

ней резко возрастает. Чем больше плотность теплового потока, тем больше жесткость при изгибе. Все это свидетельствует о структурных изменениях нитей и ткани, обусловленных процессами дегидратации и началом деструкционных процессов, сопровождающихся уменьшением на 3–5 % массы проб тканей после

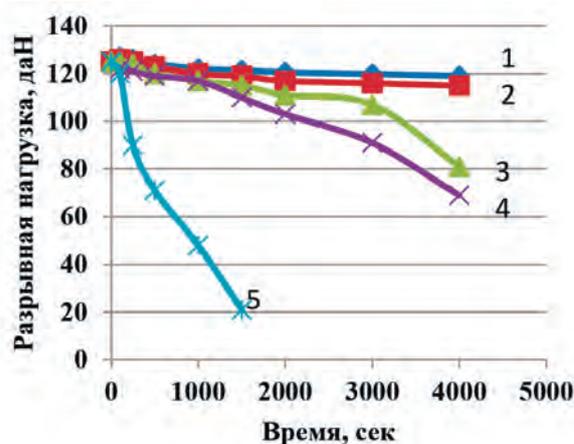


Рисунок 1 – Изменение разрывной нагрузки ткани арт. 31370ЗТ от продолжительности воздействия теплового потока плотности, кВт/м²: 1 – 12; 2 – 28; 3 – 37; 4 – 45 и 5 – 75 (коэффициент вариации ~ 4,0%)

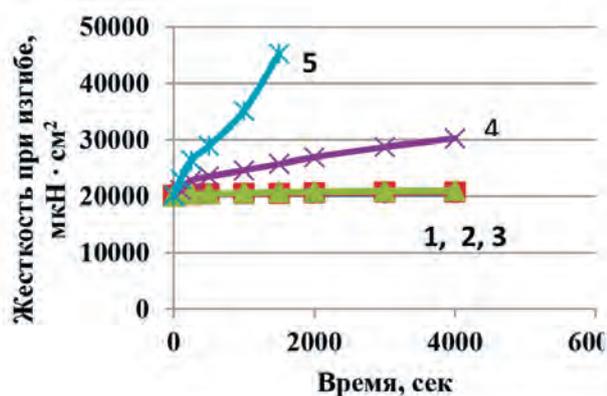


Рисунок 2 – Изменение жесткости при изгибе ткани арт. 313703Т под воздействия теплового потока плотности, кВт/м²:

1 – 12; 2 – 28; 3 – 37; 4 – 45; 5 – 75.

Данные по основе, по утку аналогичная закономерность

воздействия теплового потока более 40 кВт/см². Усадка тканей с увеличением плотности теплового потока возросла с 1,78 до 3,3 %. При этом внешние изменения поверхности тканей выражались в появлении цветных пятен и легком пожелтении.

Отмечено, что ткань арт. 313703Т, модифицированная по разработанному способу огнезащиты с применением афламита KWB [7], не уступает по устойчивости к воздействию теплового потока отечественным (ткань арт. 114750П) и зарубежным (ткань BANOX 440) аналогам. Аналогичная зависимость на тканях BANOX 440 и льнохлопковой арт. 114750П.

Исследование деформационных свойств при одноцикловом растяжении (табл. 2) позволяет оценить изменение эластичности материалов и определить процесс накопления пластических деформаций в разных направлениях приложения нагрузки. Испытания проводили по разработанной методике [8].

Таблица 2 – Составные части полной деформации огнезащищенных тканей

Наименование и обозначение полотен	Направление приложения нагрузки	Относительная деформация и ее составные части, %.			
		До воздействия/после воздействия теплового потока плотностью 40 кВт/м ²			
		ϵ_y	ϵ_s	ϵ_n	$\epsilon_{пол}$
Ткань BANOX 440 (100 % Хл)	Основа	1/0	0/0	0/3	1/3
	Уток	13/0	0/0	3/8	16/8
	Угол 45 °	10/2	17/1	2/11	29/14
Ткань арт. 11475 ОП (50 % Лён, 50 % Хл)	Основа	3/0	0/0	0/4	3/4
	Уток	11/2	6/1	3/9	20/12
	Угол 45 °	8/3	18/1	3/11	29/15
Ткань арт. 313703Т (100 % Хл)	Основа	3/0	2,1/0	0/2,8	5,1/2,8
	Уток	4,1/0	2,1/0	1/3,9	7,2/3,9
	Угол 45 °	16,3/4,2	5,1/1,4	4,1/7,4	25,5/13,0

Результаты исследований показали, что с увеличением плотности теплового потока до 40 кВт/см² и при постоянном времени воздействия теплового излучения, величина обратимых упругой и эластической деформаций тканей стремиться к нулю, независимо от направления приложения растягивающего усилия. В то время как величина остаточной пластической деформации незначительно возрастает. Уменьшение полной деформации обусловлено потерей эластичности волокнами под воздействием теплового потока.

Таким образом, в результате проведенных исследо-

ваний установлено, что ткань арт. 313703Т модифицированная афламита KWB, не уступает по устойчивости к воздействию теплового потока промышленным отечественным (ткань арт. 114750П) и зарубежным (ткань BANOX 440) аналогам. Исследуемые ткани выдерживают плотность теплового потока до 40 кВт/см² в течение 1800 сек без существенной потери свойств. Повышение плотности теплового потока выше 40 кВт/см² приводит к значительному снижению разрывной нагрузки и разрывного удлинения, потере эластичности тканей и повышению жесткости при изгибе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бешпапошникова, В. И. Научные основы и инновационные технологии огнезащиты текстильных материалов : монография / В. И. Бешпапошникова. – Москва, 2018. – 188 с.
2. Самохвалов, Е. Вопросы огнезащиты текстильных материалов / Е. Самохвалов // F+S: технологии без-

опасности и противопожарной защиты. – 2011. – № 5 (53). – С. 80–84.

3. Бесшапошникова, В. И. Научные основы проектирования материалов и изделий специального назначения : монография / В. И. Бесшапошникова, Н. Е. Ковалева, Е. А. Логинова. – М. : ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2022. – 207 с.

4. ГОСТ Р ИСО 6942-2007. Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых источнику воздействия теплового излучения. – М. : Стандартинформ, 2007. – 16 с.

5. Бесшапошникова, В. И. Разработка установки для определения огнезащитных свойств текстильных материалов / В. И. Бесшапошникова, К. И. Пулина, Т. В. Куликова, М. В. Загоруйко // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – № 5. – 2012. – С. 19–22.

6. Бесшапошникова, В. И. Разработка методики определения устойчивости композиционных текстильных материалов к воздействию теплового потока / В. И. Бесшапошникова, М. В. Загоруйко, Т. В. Александрова и др. // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – № 2(344). – 2013. – С. 23–25.

7. Besshaposnikova, V. I. Influence of Aflammit KWB on the Process of Pyrolysis and the Properties of Cellulose Fabrics / V. I. Besshaposnikova, O. N. Mikryukova, L. S. Gal'braikh // Fibre Chemistry, November 2017, Volume 49, Issue 4, pp. 246–250.

8. Бесшапошникова, В. И. Совершенствование метода исследования текстильных материалов при одноцикловом растяжении / В. И. Бесшапошникова, Е. В. Жилина, И. Н. Жагрина, Л. А. Ульвачева // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – №2(356), 2015. – С. 19–23.

REFERENCES

1. Besshaposnikova, V. I. Scientific foundations and innovative technologies for fire protection of textile materials: monograph / V. I. Besshaposnikova. – Moscow, 2018. – 188 p.

2. Samokhvalov, E. Questions of fire protection of textile materials / E. Samokhvalov // F + S: safety and fire protection technologies. – 2011. – № 5 (53). – FROM. 80–84.

3. Besshaposnikova, V. I. Scientific basis for the design of materials and products for special purposes: monograph / V. I. Besshaposnikova, N. E. Kovaleva, E. A. Loginova. – M. A.N. Kosygin", 2022. – 207 p.

4. GOST R ISO 6942-2007. Clothing for protection against heat and fire. Methods for evaluating materials and packages of materials exposed to a source of exposure to thermal radiation. - M. : Standartinform, 2007. - 16 p.

5. Besshaposnikova, V. I. Development of an installation for determining the fire-retardant properties of textile materials / V. I. Besshaposnikova, K. I. Pulina, T. V. Kulikova, M. V. Zagoruiko // Proceedings of universities. Technology of the textile industry. – № 5. – 2012. – P. 19–22.

6. Besshaposnikova, V.I. . Development of a methodology for determining the stability of composite textile materials to the effects of heat flow / V. I. Besshaposnikova, M. V. Zagoruiko, T. V. Aleksandrova et al. // Izvestiya Vuzov. Technology of the textile industry. – № 2 (344). – 2013. – P. 23–25.

7. Besshaposnikova, V. I. Influence of Aflammit KWB on the Process of Pyrolysis and the Properties of Cellulose Fabrics / V. I. Besshaposnikova, O. N. Mikryukova, L. S. Gal'braikh // Fiber Chemistry, November 2017, Volume 49, Issue 4, pp. 246–250.

8. Besshaposnikova, V. I. Improvement of the method of studying textile materials under single-cycle tension / V.I. Besshaposnikova, E. V. Zhilina, I. N. Zhagrina, L. A. Ulvachev // News of universities. Technology of the textile industry. – № 2 (356), 2015. – P. 19–23.

SPISOK LITERATURY

1. Besshaposnikova, V. I. Nauchnyye osnovy i innovatsionnyye tekhnologii ognезashchity tekstil'nykh materialov : monografiya / V. I. Besshaposnikova. – Moskva, 2018. – 188 s.

2. Samokhvalov, Ye. Voprosy ognезashchity tekstil'nykh materialov / Ye. Samokhvalov // F+S: tekhnologii bezopasnosti i protivopozharnoy zashchity. – 2011. – № 5 (53). – S. 80–84.

3. Besshaposnikova, V. I. Nauchnyye osnovy proyektirovaniya materialov i izdeliy spetsial'nogo naznacheniya : monografiya / V. I. Besshaposnikova, N. Ye. Kovaleva, Ye. A. Loginova. – M. : FGBOU VO «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2022. – 207 s.

4. GOST R ISO 6942-2007. Odezhda dlya zashchity ot tepla i ognya. Metody otsenki materialov i paketov materialov, podvergayemykh istochniku vozdeystviya teplovogo izlucheniya. – M. : Standartinform, 2007. – 16 s.

5. Besshaposnikova, V. I. Razrabotka ustanovki dlya opredeleniya ognезashchitnykh svoystv tekstil'nykh materialov / V. I. Besshaposnikova, K. I. Pulina, T. V. Kulikova, M. V. Zagoruiko // Izvestiya VUZov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – № 5. – 2012. – S. 19–22.

6. Besshaposnikova, V.I. Razrabotka metodiki opredeleniya ustoychivosti kompozitsionnykh tekstil'nykh materialov k vozdeystviyu teplovogo potoka / V.I. Besshaposnikova, M.V. Zagoruiko, T.V. Aleksandrova i dr. // Izvestiya

VUZov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – № 2(344). – 2013. – S. 23–25.

7. Besshaposhnikova, V. I. Influence of Aflammit KWB on the Process of Pyrolysis and the Properties of Cellulose Fabrics / V. I. Besshaposhnikova, O. N. Mikryukova, L. S. Gal'braikh // Fibre Chemistry, November 2017, Volume 49, Issue 4, pp. 246–250.

8. Besshaposhnikova, V. I. Sovershenstvovaniye metoda issledovaniya tekstil'nykh materialov pri odnotsiklovom rastyazhenii / V. I. Besshaposhnikova, Ye. V. Zhilina, I. N. Zhagrina, L. A. Ul'vacheva // Izvestiya VUZov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – №2(356), 2015. – S. 19–23.

Статья поступила в редакцию 20.12.2023.

Анализ структуры и свойств древесных наполнителей композиционных материалов для деталей низа обуви

К.О. Ермалович^а, А.Н. Радюк, Ю.В. Дойлин
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аermalovich110600karina@gmail.com

Аннотация. В статье описаны методики и оборудование для изучения структуры и свойств древесных наполнителей для полимерных композиционных материалов подошв обуви. Проведено распределение древесного волокна и пыли по их размерным характеристикам, исследованы химико-физические свойства. Анализ свойств и структуры подтвердил возможность использования древесно-волоконистой массы в качестве наполнителя для композиционных материалов подошв обуви.

Ключевые слова: древесное волокно, древесная пыль, композиционный материал, древесно-волоконистый наполнитель, отходы.

Analysis of Structure and Properties of Wood Fillers of Composite Materials for Shoe Bottom Parts

K. Ermalovich^a, A. Raduk, Y. Doylin
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^aermalovich110600karina@gmail.com

Annotation. The paper describes the methods and equipment to study the structure and properties of wood fillers for polymer composite materials for shoe soles. The distribution of wood fiber and dust on its dimensional characteristics has been carried out, chemical and physical properties have been investigated. Analysis of properties and structure confirmed the possibility of using wood-fiber mass as a filler for composite materials for shoe soles.

Key words: wood fiber, wood dust, composite material, wood-fiber filler, waste.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перед кожевенно-обувной промышленностью остро стоит вопрос поиска альтернативного качественного сырья для изготовления обуви, обладающей высокими эксплуатационными свойствами. Согласно Указу Президента Республики Беларусь № 150 одним из приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 года является «Техника и технологии в сфере сбора, обезвреживания и использования отходов» [1]. Считается, что на сегодняшний день современные технологии переработки древесины позволяют всего лишь наполовину использовать биомассу дерева. Комплексное использование вторичных древесных ресурсов в обувном производстве для создания композиционных материалов (КМ), содержащих в качестве наполнителя мелкодисперсные отходы деревообрабатывающей промышленности, позволило бы не только увеличить конкурентоспособность обуви на мировом рынке за счет снижения ее стоимости, но и решить проблемы утилизации и переработки отходов.

Основными отходами деревообрабатывающего предприятия ОАО «Витебскдрев» являются щепы из коры и кусковых отходов, фанеры, обрезки ДВП, МДФ, а также древесная пыль (ДП) и древесное волокно (ДВ). За последнее десятилетие количество ежегодно образующихся отходов на ОАО «Витебскдрев» выросло почти на 28 % и составило более 65 млн тонн. В связи с этим в 2023 году на предприятии запланирован проект «Техническая модернизация объектов по измельчению древесных отходов», что позволит использовать крупные отходы производства для изготовления щепы, которая широко применяется в качестве биотоплива в собственных энергетических установках [2]. Помимо того на ОАО «Витебскдрев» ежемесячно образуются значительные объемы мелкодисперсных отходов, использование которых в качестве топливных ресурсов не целесообразно. Проблема рационального потребления дисперсных отходов, образующихся на производстве, остается открытой.

Анализ ингредиентов композиционных материалов является важной составляющей для получения

качественных изделий. Тип и качество наполнителя, а также связующий его полимер определяют физико-механические и эксплуатационные свойства (прочность, стойкость к многократным механическим воздействиям, жесткость, фрикционные, тепловые, электрические и другие свойства) композиционного материала и изделий из него [3, с. 21]. Большую роль в создании прочных и стойких изделий из полимерных КМ играют размер и физико-химические свойства наполнителя. Используя частицы различной формы или, изменяя ее в процессе получения композита, можно в широких пределах регулировать многие свойства ПКМ.

В связи с этим была поставлена следующая цель исследования: подтвердить возможность использования древесно-волоконистой массы (ДВМ) для создания полимерных композитов для подошв обуви.

Объектами исследования являются древесная пыль и древесное волокно, как наполнители композиционных материалов для деталей низа обуви.

Предметом исследования являются геометрические размеры и физико-химические свойства древесно-волоконистых наполнителей.

В данной работе исследовали ДВМ марок 140, 180 на металлографическом микроскопе, который позволяет получать изображения объектов с увеличением 10X/0,25 BD, 20X/0,40 BD. Анализ и обработка изображений в режиме реального времени осуществлялись с помощью программного обеспечения Altami Studio.

Процентное соотношение различных фракций ДП и ДВ определяли на оптическом сортировщике волокна FiberCam 100 (рис. 1) и лабораторном ультразвуковом ситоанализаторе VU100. FiberCam 100 снабжен пневматической системой для транспортировки волокна и телекамерой, позволяющей получать изображения, на которых видны результаты оптического измерения, идентифицирующего и анализирующего волокно. Оптический сортировщик позволяет проводить измерения ДВМ неразрушающим методом и автоматически исключать чрезмерно скрученные и наложенные друг на друга волокна, что дает возможность получать более точные результаты эксперимента. Во время анализа система выдает график, показывающий объемное распределение различных фракций и результаты измерения с числовой индексацией.



Рисунок 1 – Оптический сортировщик волокна FiberCam 100

Лабораторный ультразвуковой ситоанализатор VU100 полностью соответствует нормам ЕС, оснащен стандартными ситами (табл. 1) и предназначен для просеивания материалов типа порошка, стружки и древесного волокна с целью разделения материала на основании их размерных характеристик. Аппарат снаружи представлен структурой из лакированного листа, внутри которой установлена колонна сит.

Исследуемый материал, расположенный на первом верхнем сите, просеивается вниз в результате ультразвуковых вибраций, осуществляемых двумя латексными мембранами. При прохождении вниз продукт оседает на ситах, в соответствии с размерами ячейковой сетки (рис. 2). Влажность волокон определялась согласно ГОСТу 3816-81 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих

свойств» [4]. Согласно методике, от точечной пробы ДВМ отбирают по две элементарные пробы ДВ и ДП и высушивают в открытом стаканчике для взвешивания до постоянной массы в сушильном шкафу при

температуре 107 ± 2 °С. Затем пробы в закрытых стаканчиках помещают для охлаждения в эксикатор, заполненный CaCl_2 , и взвешивают повторно с погрешностью не более 0,1 г.

Таблица 1 – Диапазон стандартных сит лабораторного ультразвукового ситоанализатора VU100

Сетки для МДФ		
Франц. дюймы	Мм	Меш (число ячеек на линейный дюйм)
10	1,98	9,14
16	1,24	14,63
35	0,514	32
70	0,217	64
120	0,131	109,72
200	0,089	182,87

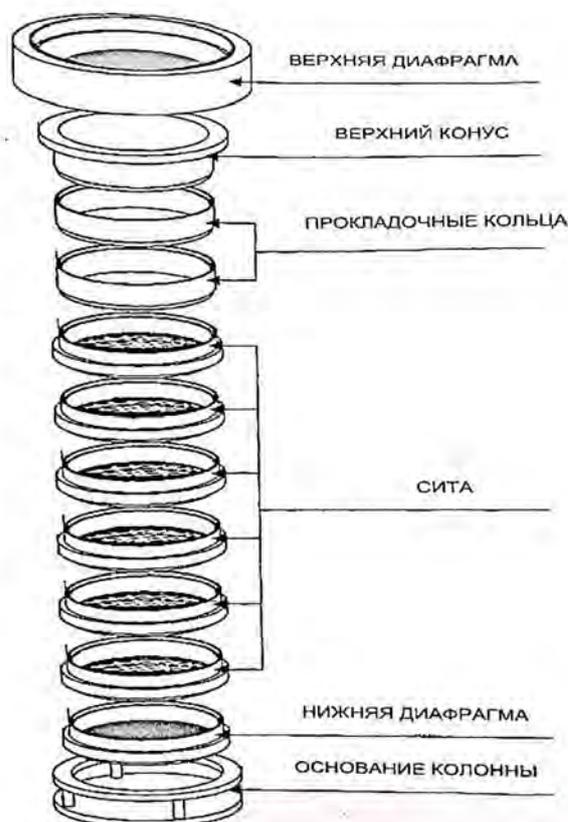


Рисунок 2 – Оптический сортировщик волокна FiberCam-100

Фактическая влажность ($W\phi$) в процентах вычисляется по формуле:

$$W\phi = \frac{m_b - m_c}{m_c} * 100 \%,$$

где m_b – масса элементарной пробы до высушивания, г; m_c – масса элементарной пробы после высушивания до постоянной массы, г;

Гигроскопические свойства текстильных изделий

характеризуют их способность поглощать и отдавать водяные пары, воду. Кукин Г.Н. и Соловьев А.Н. предлагают следующую методику определения гигроскопичности волокон [3]. 3 элементарные пробы в открытых стаканчиках для взвешивания помещают в эксикатор с водой на 4 ч. Затем стаканчики закрывают, вынимают из эксикатора, взвешивают и высушивают до постоянной массы при указанной выше температуре. После высушивания и охлаждения в эксикаторе

стаканчики с элементарными пробами взвешивают.

Гигроскопичность (H) в процентах вычисляют по формуле

$$H = \frac{m_B - m_C}{m_C} * 100 \%,$$

где m_B – масса увлажненной элементарной пробы, г; m_C – масса элементарной пробы после высушивания до постоянной массы, г;

За окончательный результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов определений, вычисленное с погрешностью не более 0,01 % и округленное до 0,1%.

Согласно микроскопическому анализу древесное

волокно представляет собой трубочку, сплюснутую в зависимости от толщины стенок. На микроскопических снимках ДВМ отчетливо виден канал – характерная особенность всех растительных волокон (рис. 3).

Оцененный процент ДВ и ДП, количество исследованных частиц составили 98,80 % (139 601) и 96,80 % (121 914) соответственно. Наибольшее число древесных волокон приходится на длину 0,06–0,10 мм и составляет 20,20 %, на ширину 0,01–0,02 мм (35,60 %), на толщину 0,30–0,60 мм (35,90 %); наибольшее число частиц древесной пыли приходится на длину, ширину и толщину 0,05–0,50 мм и составляет 30,00 %, 85,80 %, 65,10 % (рис. 4–9).

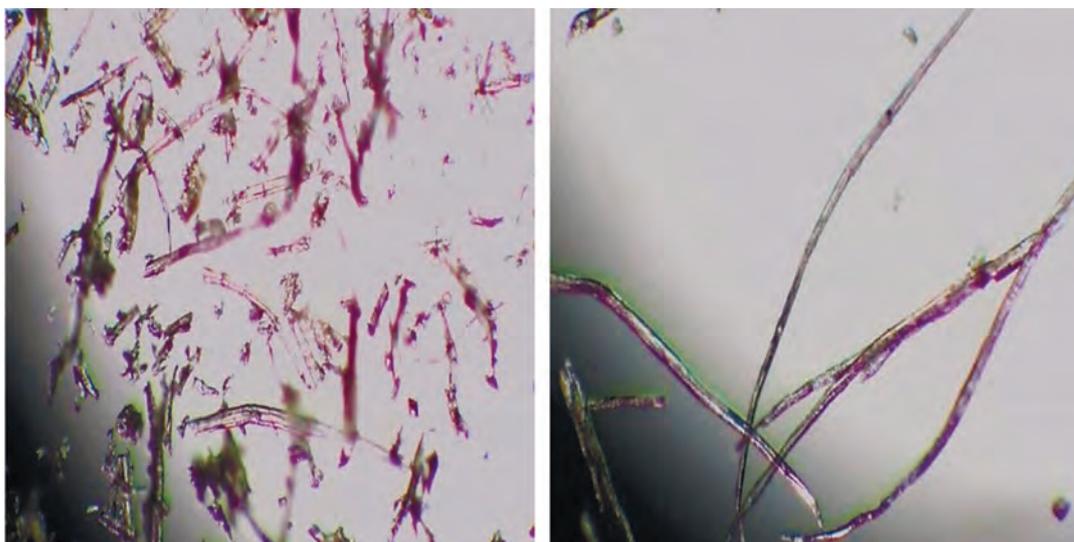


Рисунок 3 – Древесная пыль (слева) и древесные волокна (справа)

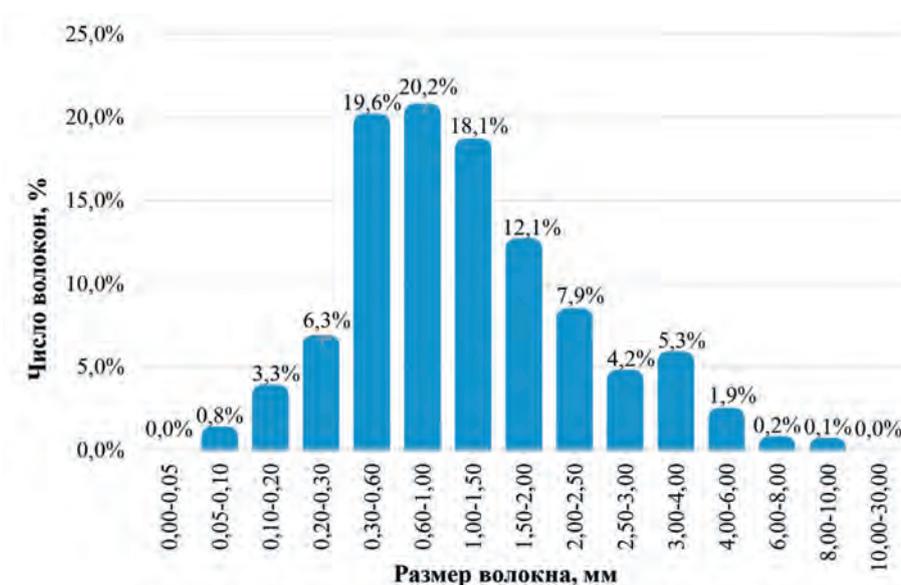


Рисунок 4 – Диаграмма распределения ДВ по длине

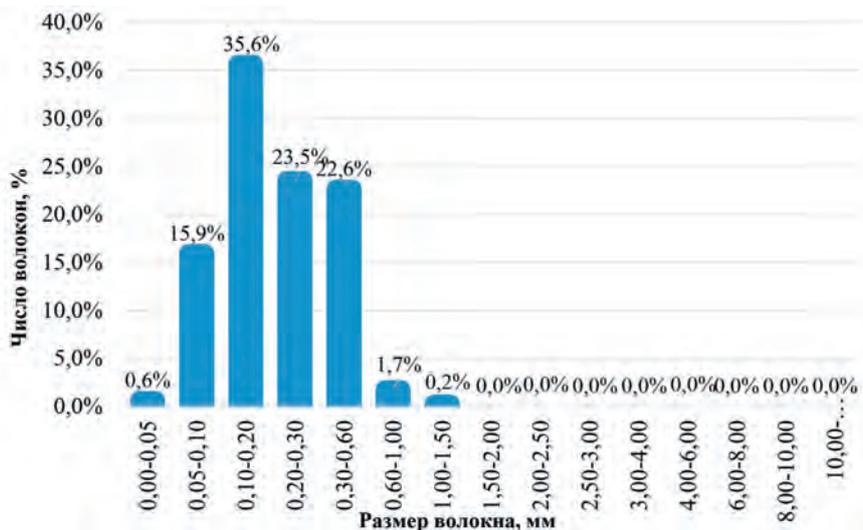


Рисунок 5 – Диаграмма распределения ДВ по ширине

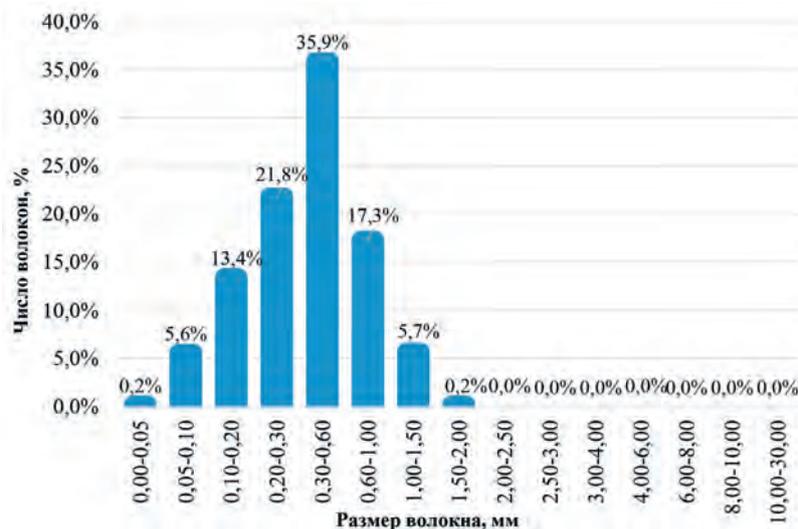


Рисунок 6 – Диаграмма распределения ДВ по толщине



Рисунок 7 – Диаграмма распределения ДП по длине

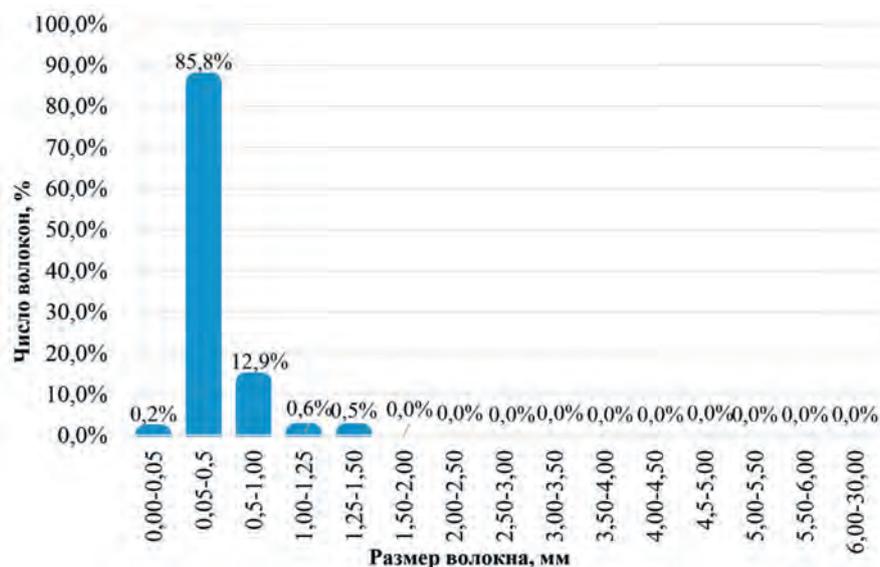


Рисунок 8 – Диаграмма распределения ДП по ширине

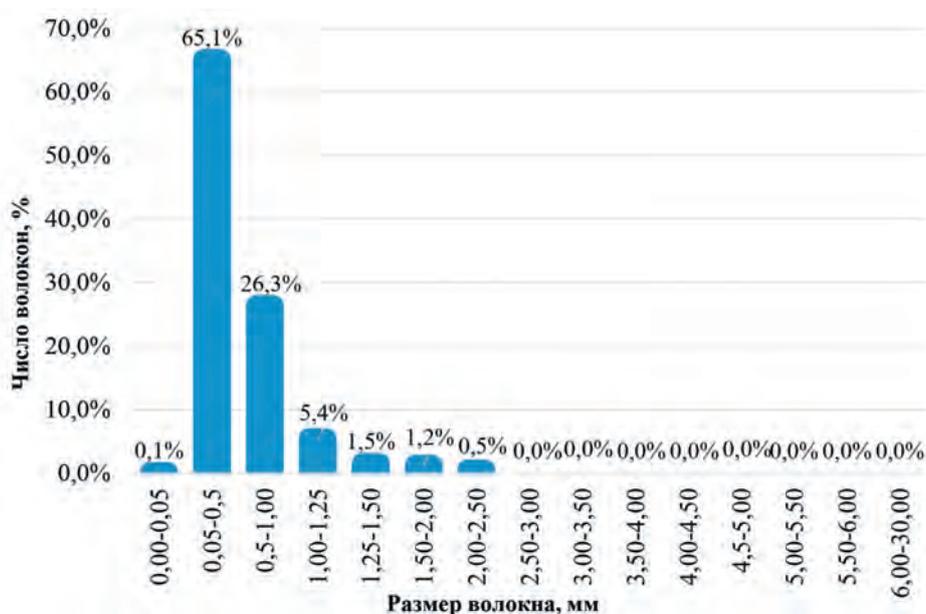


Рисунок 9 – Диаграмма распределения ДП по толщине

Средние значения длины и толщины древесного волокна и частиц древесной пыли представлены на рисунке 10.

Влажность древесно-волокнистой массы обусловлена ее химическим составом и строением, а именно наличием в каждом элементарном звене целлюлозы гидрофильных атомных групп. Древесное волокно обладает значительно превосходящими показателями гигроскопичности и влажности относительно древесной пыли (рис. 11), что связано с больши-

ми размерами внутренней поверхности волокна и ее доступности для водяных паров. В частности, влажность зависит от предыстории волокна: ДВ прежде чем попасть в отходы проходит длительный процесс сушки в специальных транспортных трубах. Отходы древесной пыли образуются в результате шлифовки уже готовой продукции ДВП и МДФ из древесины хвойных пород марок 140,180, которые считаются пригодными для использования их в качестве наполнителей полимерных композитов.

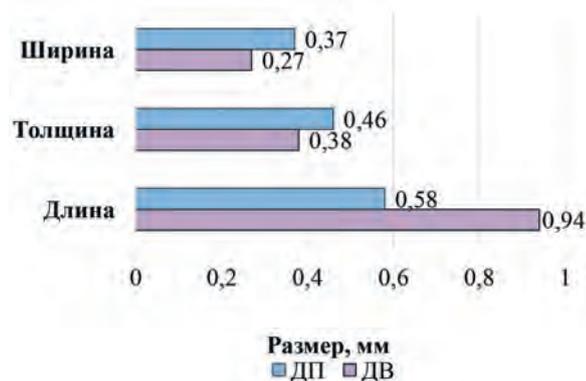


Рисунок 10 – Средние значения ширины, толщины и длины ДВМ



Рисунок 11 – Средние значения влажности и гигроскопичности ДВМ

Таким образом, проведенные исследования позволяют рекомендовать использование древесного волокна в качестве наполнителя для создания полимерных композиционных материалов для деталей низа обуви, так как ДВМ обладает относительно

постоянной влажностью, невысокой гигроскопичностью. Предполагается, что введение тонкодисперсного древесного наполнителя позволит улучшить комплекс физико-механических свойств композита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О приоритетных направления научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы : Указ Президента Респ. Беларусь, 7 мая 2020 г., №156 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
2. Техническая модернизация объектов по измельчению древесных отходов. Оценка воздействия на окружающую среду : заявка 21-22 ОВОС / О. Л. Лебедев. – Оупбл. 2022.
3. Кукин, Г. Н. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению: учеб. пособие / Г. Н. Кукин [и др.]. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 390 с.
4. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. ГОСТ 3816-81 ; введ. 01.07.1982. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1982. – 14 с.

REFERENCES

1. On priority directions of scientific, scientific-technical and innovation activities for 2021-2025 : Decree of the President of the Republic of Belarus, May 7, 2020, No. 156 // National Register of Legal Acts of the Republic of Belarus. – Minsk, 2020.
2. Technical modernization of wood waste shredding facilities. Environmental impact assessment : application 21–22 EIA / O. L. Lebedev. – Published. 2022.
3. Kukin, G. N. Laboratory practice on textile materials science : textbook / G. N. Kukin, A. N. Solov'ev, F. H. Sadykova et al. – Moscow : Light Industry, 1974. – 390 c.
4. Textile fabrics. Methods of determination of hygroscopic and water-repellent properties. GOST 3816-81 ; introduced. 01.07.1982. – Moscow : IPK Publishing House of Standards, 1982. – 14 c.

SPISOK LITERATURY

1. О приоритетных направления научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы : Указ Президента Респ. Беларусь, 7 мая 2020 г., № 156 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Минск, 2020.
2. Tehnicheskaja modernizacija ob#ektov po izmel'cheniju drevesnyh othodov. Ocenka vozdejstvija na okruzhajushhuju sredju : zajavka 21-22 OVOS / O. L. Lebedev. – Оупбл. 2022.
3. Kukin, G. N. Laboratornyj praktikum po tekstil'nomu materialovedeniju: ucheb. posobie / G. N. Kukin, A. N. Solov'ev, F. H. Sadykova i dr. – Moskva : Legkaja industrija, 1974. – 390 s.
4. Polotna tekstil'nye. Metody opredelenija gigroskopicheskikh i vodoottalkivajushhih svojstv. GOST 3816-81 ; vved. 01.07.1982. – Moskva : IPK Izdatel'stvo standartov, 1982. – 14 s.

Статья поступила в редакцию 29.11.2022.

Анализ ассортимента полимерных подошвенных материалов на обувных предприятиях г. Витебска

М.А. Козлова^а, К.О. Ермалович, А.Н. Радук
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аkozlova.maria-77798V@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен анализ ассортимента подошвенных материалов крупнейших обувных предприятий г. Витебска, обоснован выбор материалов для производства подошв обуви в зависимости от ее назначения и возраста потребителей.

Ключевые слова: ассортимент, подошва, обувь, материалы, обувное предприятие.

Analysis of the Assortment of Polymer Plantar Materials at Shoe Enterprises in Vitebsk

M. Kozlova^a, K. Ermalovich, A. Raduk
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^akozlova.maria-77798V@yandex.ru

Annotation. The article presents an analysis of the range of sole materials of the largest shoe enterprises in Vitebsk. The choice of materials for the production of shoe soles, depending on its purpose and age of consumers, is substantiated.

Keywords: assortment, sole, shoes, materials, shoe company.

ВВЕДЕНИЕ

Обувная промышленность на территории Республики Беларусь представлена крупнейшими обувными предприятиями: ООО «Управляющая компания холдинга «Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко», СООО «Белвест», ОАО «Лидская обувная фабрика», ЗАО «Сивельга», ОАО «Гродненская обувная фабрика «Неман» и др. Согласно данным Белстата за последний год в Витебской области было выпущено 1 183 тысячи пар обуви различного ассортимента, что составляет 16 % от общего объема выпущенной обуви по Республике [1].

Обувь является неотъемлемой частью гардероба любого человека, а подошва – её важнейший элемент. Дифференциация обуви по назначению, социальным признакам, вкусовым предпочтениям покупателей, а также сезонные и климатические условия определяют требования к ассортименту материалов для подошв обуви. Подошва подвергается максимальному воздействию, она предохраняет стопу от внешних воздействий, благодаря этой детали в обувь не проникает грязь, вода, а механическое давление во время ходьбы в значительной степени смягчается. Поэтому к материалу выдвигаются требования по прочности и комфорту в использовании. При выборе обуви, нижней части нужно уделять внимания не меньше, чем верхней.

Подошвенные полимерные материалы все более интенсивно вытесняют натуральные за счет высоких показателей физико-механических и эксплуатационных свойств. Определяющим фактором в создании и совершенствовании ассортимента подошв обуви являются исходные материалы. В настоящее время до 90 % обуви (повседневной, домашней, детской, спортивной) выпускают с низом из различных полимеров, выбор которых зависит от назначения обуви и возраста покупателей.

ИСТОРИЯ ОБУВНЫХ КОМПАНИЙ Г. ВИТЕБСКА

История компании «Марко» насчитывает уже 30 лет работы на рынке и на данный момент в его состав входят 6 предприятий:

- ООО «Управляющая компания холдинга «Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко» (производство обуви);
- ОАО «Красный Октябрь» (производство обуви);
- УПП «Вердимар» (производство обуви);
- УПП «ВитМа» (производство сумок и кожаных изделий);
- УПП «Витебский меховой комбинат» (производство меха и швейных изделий из меха);

– ОАО «Марко-Сервис» (розничная торговля). Однако основное направление данного предприятия – производство обуви. По данным фирменного сайта на предприятии выпускается более 5000 различных моделей обуви на различных подошвах.

Европейская компания BELWEST была основана в 1988 году в городе Витебске западногерманским концерном SALAMANDER.

BELWEST сегодня – высокотехнологическое предприятие полного цикла, которое объединяет в себе: производственные мощности по выпуску женской и мужской обуви из натуральной кожи; моделирование и изготовление деталей низа и колодок; кожевенное производство; развитую сеть фирменных магазинов в Беларуси и России. СООО «Белвест» реализует обувь не только собственного производства, но и сторонних фирм (Adidas, Keddo, Puma, Nike и др.).

СООО «Белвест», как говорилось выше, профилируется на выпуске мужской и женской обуви. На предприятии СООО «Белвест» изготавливаются более 2000 моделей обуви.

АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА

В связи с вышеизложенным был проведен анализ подошвенных материалов крупных обувных предприятий города Витебска (ООО «Управляющая компания холдинга «Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко» и СООО Белвест) с целью определения наиболее часто используемых материалов для изготовления подошв в зависимости от назначения обуви и методов их крепления. Исследованию подвергались женская, мужская и детская обувь для всех сезонов (табл. 1).

Таблица 1 – Анализ ассортимента материалов для подошв обуви на обувных предприятиях г. Витебска [2, 3]

Материал подошвы	ООО «Марко»							СООО «Белвест»							
	Назначение обуви														
	Повседневная	Пляжная	Для активного отдыха	Модельная	Специальная	Домашняя	Детская	Для людей пожилого возраста	Повседневная	Пляжная	Для активного отдыха	Модельная	Специальная	Домашняя	Для людей пожилого возраста
Натуральная кожа (НК)			+				+								
Кожеподобная резина (КР)	+	+		+			+		+	+	+				+
ЭВА	+	+	+		+		+		+		+				
ТЭП	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+
Микролайт	+		+												
ПУ-композиция	+	+	+		+	+	+	+							
Текстильный материал						+									
ПУ	+	+	+	+			+	+	+	+					+
Резина (Р)	+	+	+	+			+		+	+				+	
ТПУ	+	+	+	+					+	+					
ТПР	+	+	+				+		+	+	+	+			
ПУ+ТПУ	+				+		+								
ЭВА+ТПР			+												
ЭВА+Р			+				+			+					
ПУ+ТПР	+														
ПУ+Р	+		+		+										
НК+ТПР	+														
Стирол									+						

На обувных предприятиях г. Витебска для низа обуви применяются импортные и отечественные формованные подошвы из современных материалов.

Приведем анализ материалов подошв обуви по половозрастным характеристикам. Объем выпущенной

женской обуви на СООО «Белвест» составил 73,97 %, мужской – 26,03 %.

Рассмотрим более детально материалы подошв в разрезе половозрастной характеристики за все сезоны (рис. 1).

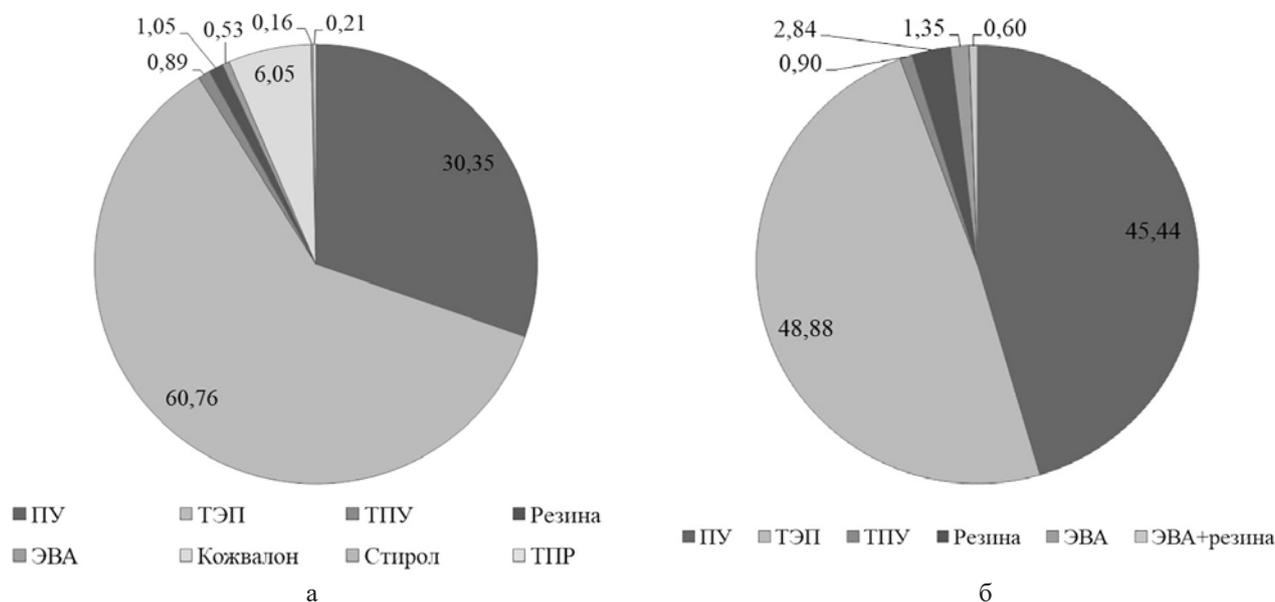


Рисунок 1 – Анализ произведённой обуви на различных подошвах по половозрастному признаку, в %
а – женская обувь, б – мужская обувь

По половозрастной структуре всю производимую обувь можно разделить на женскую (48 % от всей производимой обуви), мужскую (23 %), для школьников-девочек, девичья (16 %), для школьников-мальчиков, мальчиковая (11 %) и молодецкая (2 %) Рассмотрим более детально в разрезе половозрастной характеристики за все сезоны (рис. 2).

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДОШВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для изготовления подошв женской и мужской повседневной обуви на ОАО «Марко» и СООО «Белвест» применяют такие материалы, как ПУ, ТЭП, резина. Полиуретан и резина применяют чаще для подошв летней и осенне-весенней обуви. Полиуретан помимо легкости и высокой гибкости обладает устойчивостью к действию высоких температур. Резина соответствует техническим требованиям и отличаются высокими показателями качества: износостойкостью, прочностью и эластичностью. На ряду с вышеперечисленными материалами для производства модельной обуви применяют кожволон, который близок по свойствам к натуральной коже. Кожеподобные резины позволяют изготавливать подошвы не большой толщины, что в свою очередь не перегружает утончённые модели туфель. Недостаток данного материала – скольжение по мокрой поверхности.

Подошва обуви для активного отдыха для всех возрастов преимущественно изготавливается на подошве

из легкого и упругого материала, схожего со вспененной резиной – ЭВА. Такой материал наделяет подошву обуви прекрасными амортизационными и теплоизоляционными свойствами, мягкостью и эластичностью, обладает высокой износостойкостью. Подошвы из этиленвинилацетата имеют несущественный недостаток: постепенное уменьшение амортизирующих свойств, обусловленное постепенным разрушением стенок пор, из-за чего подошва теряет упругость и толщину.

Отличительной особенностью производства ОАО «Марко» является изготовление подошв для домашней обуви из текстильных материалов и ПУ, а на СООО «Белвест» используют резину.

Такие материалы как ТПР, НК и ТЭП востребованы при производстве детской обуви. Термопластичная резина водонепроницаемая за счет отсутствия сквозных пор, легкая, обладает хорошей амортизацией, что позволяет снизить нагрузку с позвоночника и ног. Натуральная кожа имеет высокие гигиенические свойства за счет хорошей воздухопроницаемости. Это способствует быстрому выведению влаги от стопы, что предотвращает размножение вредных микроорганизмов.

Обувь специального назначения предназначена для защиты ног от неблагоприятных внешних воздействий, которые могут стать причиной производственных травм. На ОАО «Марко» выпускают спецобувь с подошвой из ЭВА-, ТЭП-, ПУ-композиций, а также двухслойные подошвы ПУ+ТПУ, ПУ+Р. Выпуск

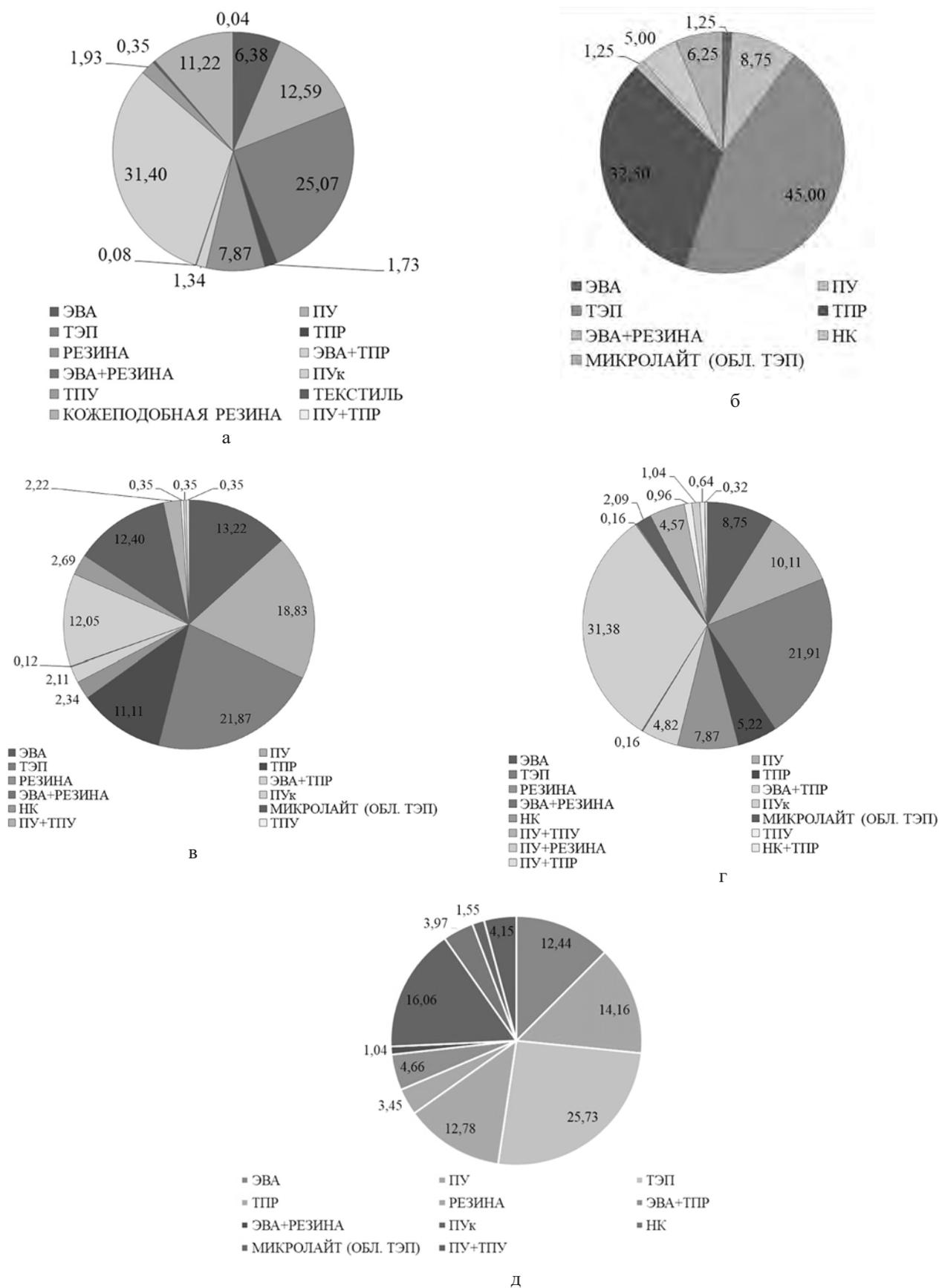


Рисунок 2 – Анализ произведённой обуви на различных подошвах по половозрастному признаку, в %
 а – женская, б – молодецкая, в – для школьников-девочек, девичья, г – мужская,
 д – для школьников-мальчиков, мальчиковая

спецобуви на СООО «Белвест» ограничен, единичные экземпляры такой обуви выпускают с подошвами на основе ТЭП.

Высокая популярность обуви специального назначения из ЭВА и ТЭП обусловлена рядом технических и эксплуатационных характеристик. Среди преимуществ спецобуви ЭВА следует отметить следующие: легкость, эластичность, абсолютная защита от воды, теплоизоляционные свойства.

Немаловажной характеристикой является экологичность обуви из ЭВА: такая обувь применяется и в медицинских учреждениях, так как данный материал не выделяет вредных веществ даже под воздействием повышенных температур.

Для производства спортивной, повседневной и

детской обуви на предприятиях г. Витебска часто применяют комбинированные подошвы на основе ЭВА+Р, ПУ+ТПУ и ЭВА+ТПР. Совмещая характеристики двух материалов, подошва приобретает уникальные свойства. Благодаря этому двухслойные подошвы с промежуточным слоем из ЭВА и низом из резины улучшают амортизацию и снижают вес изделия. А внешний слой подошвы из износостойкой резины или ТПР обеспечивает отличный контакт с любым грунтом при любой погоде [4].

Комбинирование мягкого и амортизирующего внутреннего слоя ПУ с внешним слоем из ТПУ облегчает вес обуви, повышает сопротивление к скольжению, увеличивает сопротивление к разрывам и устойчивость к температурным воздействиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://td-souzsnaab.ru/stati/materialy-podoshv/>. – Дата доступа 17.01.2023.
2. Белорусский производитель обуви холдинг «Марко»: электрон. кат. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.marko.by/>. – Дата доступа 01.01.2023.
3. Интернет-магазин обуви и аксессуаров Белвест в Беларуси: электрон. кат. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belwest.by/>. – Дата доступа 02.01.2023.
4. Материалы подошв [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://td-souzsnaab.ru/stati/materialy-podoshv/>. – Дата доступа 17.01.2023.

REFERENCES

1. National Statistical Committee of the Republic of Belarus [Electronic resource]. – Access mode: <https://td-souzsnaab.ru/stati/materialy-podoshv/>. – Date of access 17.01.2023.
2. Belarusian shoe manufacturer holding "Marko": electron. cat. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.marko.by/>. – Date of access 01.01.2023.
3. Online store of shoes and accessories Belvest in Belarus: electron. cat. [Electronic resource]. – Access mode: <https://belwest.by/>. – Date of access 02.01.2023.
4. Materials of soles [Electronic resource]. – Access mode: <https://td-souzsnaab.ru/stati/materialy-podoshv/>. – Date of access 17.01.2023.

SPISOK LITERATURY

1. Nacional'nyj statisticheskiy komitet Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://td-souzsnaab.ru/stati/materialy-podoshv/>. – Data dostupa 17.01.2023.
2. Belorusskiy proizvoditel' obuvi holding «Marko»: elektron. kat. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.marko.by/>. – Data dostupa 01.01.2023.
3. Internet-magazin obuvi i aksessuarov Belvest v Belarusi: elektron. kat. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://belwest.by/>. – Data dostupa 02.01.2023.
4. Materialy podoshv [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://td-souzsnaab.ru/stati/materialy-podoshv/>. – Data dostupa: 17.01.2023.

Статья поступила в редакцию 14.03.2023.

Исследование ниточных соединений полипропиленовой ткани с ламинацией для транспортной тары

Е.А. Лойко, Е.Л. Лукьянова^а, Н.В. Ульянова
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аalenakul26@mail.ru

Аннотация. Исследованы зависимости разрывной нагрузки и раздвигаемости нитей ткани в швах при использовании швейной иглы с различной формой заточки острия для изготовления мягких контейнеров разового использования из полипропиленовой ткани с ламинацией, разработаны рациональные режимы их ниточных соединений.

Ключевые слова: изделия технического назначения, транспортная тара, свойства материалов, режимы машинных строчек, ниточные соединения.

Research of Thread Connections of Polypropylene Fabric with Lamination for Transportation Containers

E. Loiko, E. Lukyanova^a, N. Ulyanova
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^aalenakul26@mail.ru

Annotation. Dependences of breaking load and extensibility of fabric threads in seams when using a sewing needle with a different form of sharpening of the point for manufacturing single-use soft containers made of polypropylene fabric with lamination are investigated, rational modes of their thread joints are developed.

Key words: technical products, transportation containers, material properties, modes of machine stitches, thread joints.

Среди разнообразия транспортной тары особое место занимают мягкие контейнеры разового использования (далее МКР) или «Биг-Бэги» (рис. 1) [1]. Универсальный вид упаковки предназначен как для транспортировки и складского хранения продукции,

обеспечивая при этом защиту окружающей среды от загрязнений и сохраняя качество продукции, так и в качестве контейнеров доставки материалов во многих промышленных сферах.

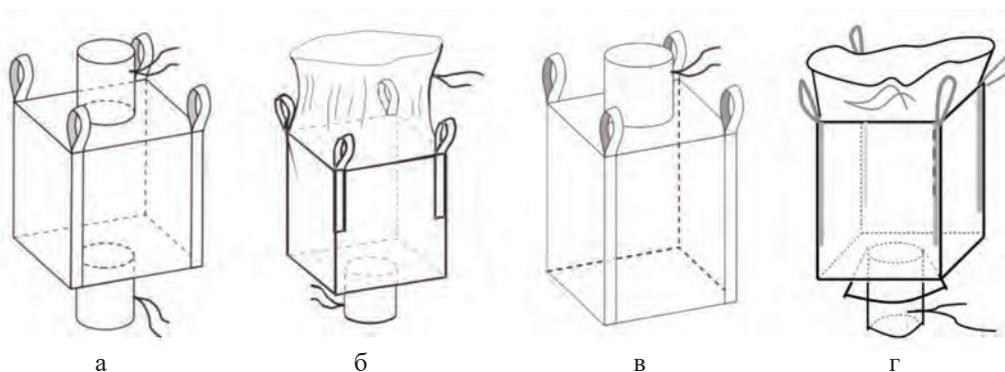


Рисунок 1 – Модели контейнеров:

а – модель МКР с выгрузным и загрузочным рукавом, б – модель МКР с дополнительным верхним удлинением и выгрузным рукавом, в – модель МКР с плоским дном и загрузочным рукавом, г – модель МКР с верхней загрузкой и нижней выгрузкой

В Республике Беларусь МКР предлагают такие предприятия-изготовители, как: ОАО «СветлогорскХимволокно» (г. Светлогорск) [2], ООО «Профи-Бэг» и ЗАО «Проммаш» (г. Могилев), ЧПУП «НУРБС» (г. Брест), ООО «Техсоюз Полюс» (г. Осиповичи) и др.

Материалом для пошива контейнеров в основном является полипропиленовая ткань различной плотности. Стараясь расширить ассортимент товаров и удовлетворить запросы покупателей, производители предлагают новые составы гранулята, варианты отделки, чтобы получать материалы, отвечающие определенным требованиям. С целью увеличения срока службы тары, при использовании в условиях содержания на открытом воздухе, в полипропиленовую ткань добавляют ультрафиолетовый стабилизатор. Для придания контейнерам воздухо-, влаго- и пыленепроницаемости полипропиленовую ткань ламинируют. Для герметичности груза контейнеры комплектуют внутренними вкладышами, а грузовые элементы выполняют в виде строп, которые втачаны в углы грузонесущей оболочки или представляют с ней единое целое. По согласованию с потребителем на контейнер может быть нанесена цветная печать.

Обновляя ассортимент продукции и материалы для ее изготовления, в технологических группах швейных потоков для пошива контейнеров используется в основном одно и то же оборудование.

В ходе изучения технологических процессов производства мягкой тары установлено, что на готовом контейнере не допускаются:

- пропуски стежков в строчках;
- раздвижка и затяжка соединительных швов;
- дефекты, связанные с нарушением целостности грузовых строп;
- сквозные механические повреждения материала контейнера и вкладыша [3, 4, 5].

Спрос на МКР создает благоприятную ситуацию для расширения выпуска качественной, конкурентоспособной продукции. Для эффективной работы швейных потоков, упрощения перехода на новый ассортимент актуальной практической задачей стала разработка параметров ниточных соединений деталей «Биг-Бэга» из полипропиленовых материалов с ламинацией.

Применительно к полипропиленовой ткани с ламинацией в испытательной лаборатории ОАО «Светлогорск Химволокно» проведены исследования влияния заточки острия швейной иглы на показатели разрывной нагрузки и раздвигаемости нитей ткани в швах. Испытания проводились в соответствии методикой, описанной в ГОСТе 28073-89 «Методы определения разрывной нагрузки, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах» [6]. Стачивание образцов осуществлялось на универсальной швейной машине марки Union Special 80700С3. Длина стежка варьировалась в диапазоне 8–10 мм. Предварительно проверялось качество строчки, количество стежков на единицу длины, выполняя швы на пробных поло-

сках материала. С отобранных бобин швейных ниток сматывался верхний слой (не менее 10 м) и бобины устанавливались на швейную машину. Полоски ткани стачивались попарно вдоль длинной стороны на расстоянии 15 мм от края. Шов выполнялся от начала до конца полоски без остановки машины и перехватов. Скорость работы швейной машины устанавливалась в соответствии с её техническими характеристиками и поддерживалась постоянной в процессе стачивания образцов. Для соединения деталей применялась полипропиленовая швейная нитка с УФ-стабилизатором, 180 текс и швейные иглы с:

- заточкой острия «лопатка» (S);
- трехгранной (G) заточкой острия;
- ромбовидной (DI) заточкой острия;
- правосторонней (LR) заточкой острия;
- заостренной (R) заточкой острия.

Следует отметить, что при стачивании опытных образцов строчкой с длиной стежка 8 мм и 9 мм наблюдалась раздвижка и затяжка соединительных швов.

Испытания образцов проводились на разрывной машине РТ-250М-2 с постоянной скоростью возрастания нагрузки. На рисунках 2–6 представлены результаты эксперимента, а именно – зависимости разрывной нагрузки и раздвигаемости нитей ткани в швах от вида заточки острия швейных игл для 8 образцов, выкроенных по нити основы, что соответствует направлению основных швов «Биг-Бэга».

На рисунке 7 представлена сравнительная диаграмма, полученная по средним значениям результатов эксперимента.

В ходе анализа полученных результатов, установлено, что наиболее высокие значения разрывной нагрузки свойственны образцам, которые стачивались швейными иглами с ромбовидной (DI) и с правосторонней (LR) заточкой острия. Незначительная раздвигаемость нитей ткани в швах наблюдалась у образцов, прошитых швейными иглами с правосторонней (G) и заостренной (DI) заточкой острия. Самые низкие результаты исследуемых показателей были у образцов, стачивание которых выполнялось швейной иглой с заточкой острия «лопатка» (S). Для качества соединительных швов показатель разрывной нагрузки, чем выше, тем лучше, а для показателя раздвигаемости нитей ткани в швах наоборот, следовательно, в целом по двум показателям наиболее приемлемым вариантом из предложенных швейных игл является игла с правосторонней (LR) заточкой острия.

Для увеличения прочности швов в МКР из тканей с ламинацией предложено стачные швы подвергнуть сварке.

Режимы сваривания:

- температура греющей поверхности – 300 °С ± 15;
- время воздействия 60 с ± 3.

Результаты исследований образцов представлены на рисунке 8.

■ Раздвигаемость нитей ткани в швах, Н
 ■ Разрывная нагрузка, Н

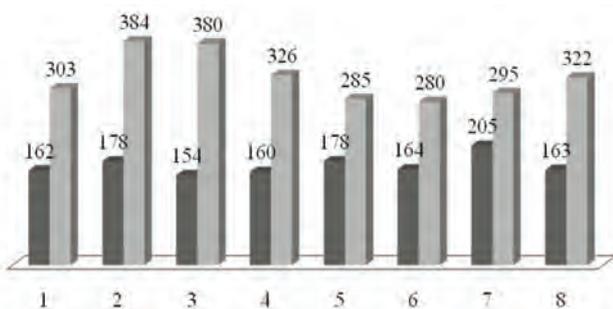


Рисунок 2 – Зависимость раздвигаемости нитей ткани в швах и разрывной нагрузки при использовании швейной иглы с заточкой острия «лопатка» (S)

■ Раздвигаемость нитей ткани в швах, Н
 ■ Разрывная нагрузка, Н

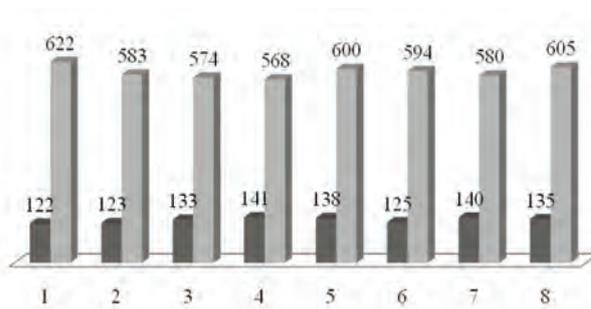


Рисунок 5 – Зависимость раздвигаемости нитей ткани в швах и разрывной нагрузки при использовании швейной иглы с правосторонней (LR) заточкой острия

■ Раздвигаемость нитей ткани в швах, Н
 ■ Разрывная нагрузка, Н

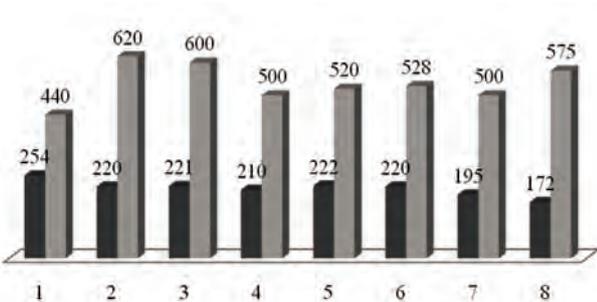


Рисунок 3 – Зависимость раздвигаемости нитей ткани в швах и разрывной нагрузки при использовании швейной иглы с трехгранной (G) заточкой острия

■ Раздвигаемость нитей ткани в швах, Н
 ■ Разрывная нагрузка, Н

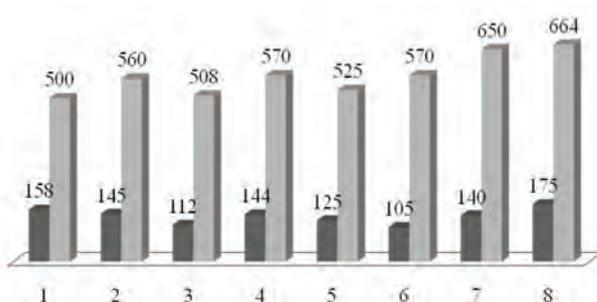


Рисунок 6 – Зависимость раздвигаемости нитей ткани в швах и разрывной нагрузки при использовании швейной иглы с заостренной (R) заточкой острия

■ Раздвигаемость нитей ткани в швах, Н
 ■ Разрывная нагрузка, Н

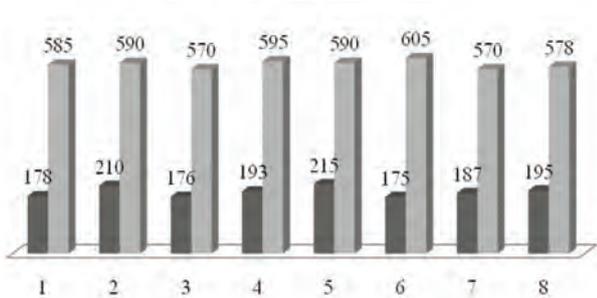


Рисунок 4 – Зависимость раздвигаемости нитей ткани в швах и разрывной нагрузки при использовании швейной иглы с ромбовидной (DI) заточкой острия

■ Раздвигаемость нитей ткани в швах, Н
 ■ Разрывная нагрузка, Н



Рисунок 7 – Зависимость раздвигаемости нитей ткани в швах и разрывной нагрузки при использовании различных игл

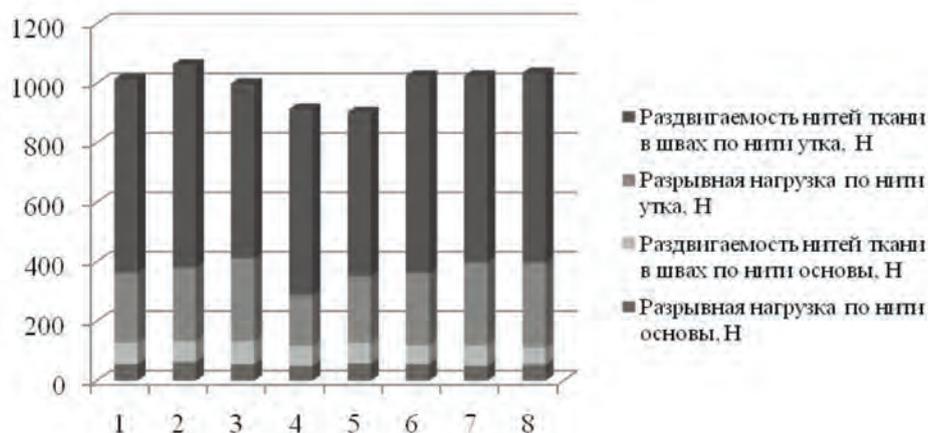


Рисунок 8 – Результаты полученных показателей раздвигаемости нитей ткани в швах и разрывной нагрузки после их сваривания

Установлено, что сваривание увеличивает стойкость соединительных швов к разрывной нагрузке на 17 %. В свою очередь показатель раздвигаемости нитей ткани в швах при сваривании уменьшается на 14 %. Для получения более точных результатов проведены исследования поведения образцов по показателю разрывной нагрузки во времени. Испытания проводились на приборе марки XLW(B), характеристика

которого приведена в таблице 1.

Система прибора позволяет произвести измерения разрывной нагрузки 8 образцов в реальном времени. При достижении максимального значения система останавливает измерения, а результат выводится на экран. После испытания экран продолжает отображать максимальное значение параметра теста, результаты тестирования выводятся на принтер (рис. 9).

Таблица 1 – Характеристика прибора марки XLW(B)

Показатель	Величина
Диапазон измерений	0 ~ 30 N, 0 ~ 50 N, 0 ~ 100 N, 0 ~ 200 N
Точность	± 1 %
Скорость тестов	100, 150, 200, 250, 300, 500 mm/min
Длина хода	600 mm
Тестируемая ширина	0–30–50 mm
Потребляемая мощность	40 W
Условия окружающей среды	Температура 10–35 °С, влажность 20–80 %

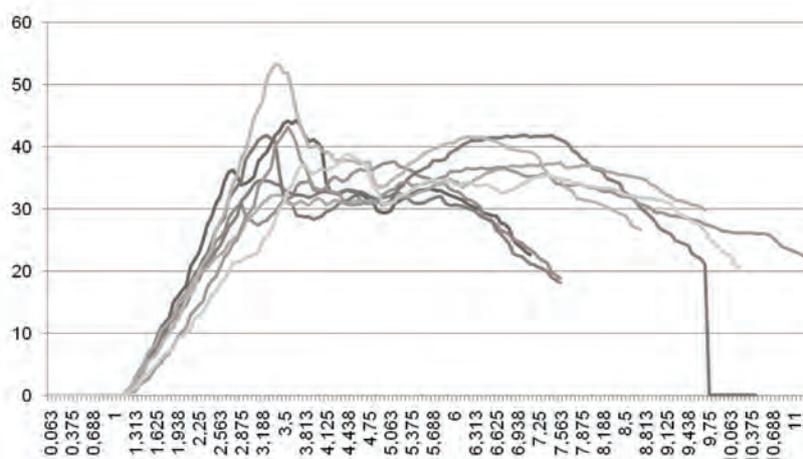


Рисунок 9 – Зависимость разрывной нагрузки от времени

Из диаграммы зависимости разрывной нагрузки от времени видно, что в определенный момент времени (3,2 мин) разрывная нагрузка достигает своего максимального значения, а дальше происходит спад, то есть образец разрывается. Судить об изменении разрывной нагрузки опытных образцов во времени следует по максимальным значениям.

Методы обработки разработанной модели «Биг-бэга» представлены на рисунках 10–13.

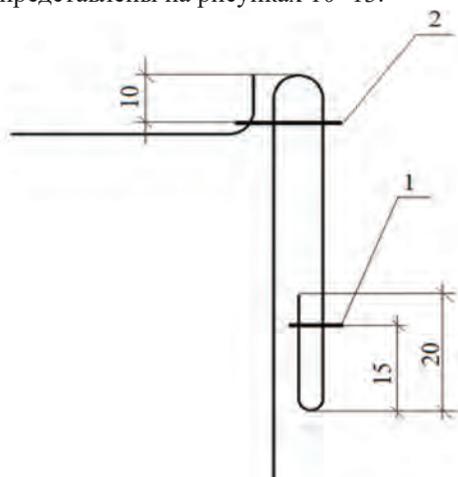


Рисунок 10 – Соединение разгрузочного рукава с дном контейнера

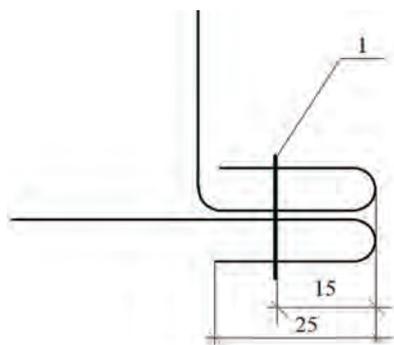


Рисунок 11 – Соединение корпуса с дном контейнера

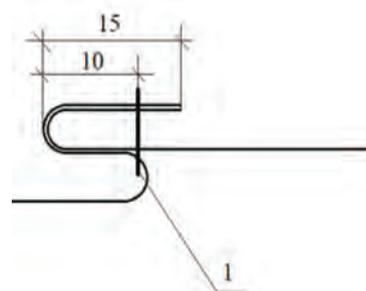


Рисунок 12 – Обработка боковых срезов юбки и разгрузочного рукава

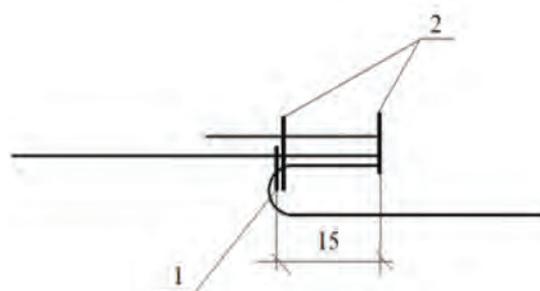


Рисунок 13 – Обработка боковых срезов корпуса

Таким образом, результаты исследований позволили установить, что оптимальными параметрами стачивания деталей контейнера из полипропиленовой ткани с ламинацией является применение швейной иглы с трехгранной формой заточки острия. Длина стежка в строчке должна быть не менее 10 мм. Для соединения деталей рекомендуется применять полипропиленовые швейные нитки с УФ-стабилизатором линейной плотности 180 текс. Разработанные режимы ниточных соединений позволят получить качественную продукцию с высокими эксплуатационными и механическими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виды и конструкция мягких контейнеров биг-бэгов [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.plastcom.kz/ppk/article>. – Дата доступа: 28.03.2023.
2. Официальный сайт Открытого Акционерного Общества «Светлогорск Химволокно». Продукция. – Режим доступа : <https://www.sohim.by/produksiya/polipropilenovaya-tara/myagkie-konteynery-tipa-big-beg/>. – Дата доступа: 28.03.2023.
3. Гиясова, Д. Р. Изучение показателей качества ниточных швов и факторов, влияющих на них / Д. Р. Гиясова, Н. Б. Ражабова, А. Н. Насриев // Молодой ученый. – 2017. – № 14 (148). – С. 60–61.
4. Корниенко, О. О. Анализ видов игл для выполнения машинных операций при изготовлении изделий специального назначения / О. О. Корниенко, Е. Л. Кулаженко // Материалы докладов 47 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов УО «ВГТУ». – Витебск, 2014. – С. 328–329.
5. Корниенко, О. О. Влияние параметров соединения деталей на раздвижку нитей в швах / О. О. Корниенко, Е. Л. Кулаженко // Молодость. Интеллект. Инициатива : материалы 2 Международной научно-практической кон-

ференции студентов и магистрантов, Витебск, 17–18 апреля 2014 г. / УО «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова». – Витебск, 2014. – С. 42–44.

6. ГОСТ 28073-89. «Изделия швейные. Методы определения разрывной нагрузки, удлинение ниточных швов, раздвигаемости нитей в швах». Введ. 22.03.1989. – Москва : Госстандарт, 1989. – 15 с.

REFERENCES

1. Types and design of soft big-bag containers [Electronic resource] – Mode of access : [http : //www.plastcom.kz/ppk/article](http://www.plastcom.kz/ppk/article). – Date of access: 28.03.2023..

2. Official site of Open Joint Stock Company "Svetlogorsk Khimvolokno". Products. – Access mode : [https : // www.sohim.by /produksiya/polipropilenovaya-tara/myagkie-konteynery-tipa-big-beg/](https://www.sohim.by/produksiya/polipropilenovaya-tara/myagkie-konteynery-tipa-big-beg/). – Date of access : 28.03.2023..

3. Giyasova, D. R. Study of quality indicators of thread seams and factors affecting them / D. R. Giyasova, N. B. Razhabova, A. N. Nasriev // *Young scientist*. – 2017. – № 14 (148). – С. 60–61.

4. Kornienko, O. O. Analysis of the types of needles for machine operations in the manufacture of special purpose products / O. O. Kornienko, E. L. Kulazhenko // *Proceedings of the 47th international scientific and technical conference of teachers and students / EE "VGTU"*. - Vitebsk, 2014. – С. 328–329.

5. Kornienko, O. O. Influence of the parts joining parameters on the thread sliding in the seams / O. O. Kornienko, E. L. Kulazhenko // *Youth. Intellect. Initiative : proceedings of the 2nd international scientific-practical conference of students and graduate students, Vitebsk, April 17–18, 2014 / EE "Vitebsk State University named after P.M. Masherov"*. P.M. Masherov". – Vitebsk, 2014. – С. 42–44.

6. GOST 28073-89. "Garment garments. Methods of determination of breaking load, elongation of thread seams, sliding ability of threads in seams". Introduced. 22.03.1989. Moscow : Gosstandart, 1989. – 15 с.

SPISOK LITERATURY

1. Vidy i konstrukcija mjagkih kontejnerov big-bjegov [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa : [http : //www.plastcom.kz/ppk/article](http://www.plastcom.kz/ppk/article). Data dostupa: 28.03.2023..

2. Oficial'nyj sajt Otkrytogo Akcionernogo Obshhestva «Svetlogorsk Himvolokno». Produkcija. – Rezhim dostupa : [https : // www.sohim.by /produksiya/polipropilenovaya-tara/myagkie-konteynery-tipa-big-beg/](https://www.sohim.by/produksiya/polipropilenovaya-tara/myagkie-konteynery-tipa-big-beg/). – Data dostupa: 28.03.2023..

3. Gijasova, D. R. Izuchenie pokazatelej kachestva nitochnyh shvov i faktorov, vlijajushhix na nih / D.R. Gijasova, N. B. Razhabova, A. N. Nasriev // *Molodoy uchenyj*. – 2017. – № 14 (148). – S. 60-61.

4. Kornienko, O. O. Analiz vidov igl dlja vypolnenija mashinnyh operacij pri izgotovlenii izdelij special'nogo naznachenija / O. O. Kornienko, E. L. Kulazhenko // *Materialy dokladov 47 mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii prepodavatelej i studentov / UO «VGTU»*. – Vitebsk, 2014. – S. 328–329.

5. Kornienko, O. O. Vlijanie parametrov soedinenija detalej na razdvizhku nitej v shvah / O. O. Kornienko, E. L. Kulazhenko // *Molodost'. Intellect. Inicijativa : materialy 2 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i magistrantov, Vitebsk, 17–18 aprelja 2014 g. / UO «Vitebskij gosudarstvennyj universitet im. P.M. Masherova»*. – Vitebsk, 2014. – S. 42–44.

6. GOST 28073-89. «Izdelija shvejnye. Metody opredelenija razryvnoj nagruzki, udlinenie nitochnyh shvov, razdvigaemosti nitej v shvah». Vved. 22.03.1989. Moskva : Gosstandart, 1989. – 15 с.

Статья поступила в редакцию 16.10.2023.

Рациональное использование энергоресурсов в швейной отрасли

Р.Т. Мирзоев

Азербайджанский технологический университет, Азербайджанская Республика

Аннотация. На сегодняшний день мероприятия, направленные на снижение энергоемкости продукции швейной отрасли, носят, в основном, частный характер и не учитывают всех факторов производственного процесса. Хотя в основе формирования показателей качества стоят энергетические затраты, однако они изучаются, как правило, в отрыве друг от друга, что отрицательно сказывается на разработке более эффективных процессов и оборудования швейного производства. Между тем, исследования последних лет, проведенные в разных странах, показали, что конечное качество во многом определяется количеством энергии, вложенной в преобразование предметов труда (детерминированная, избыточная, недостаточная). Поскольку основная часть энергии тратится на преобразование предметов труда, непосредственно на нижней ступени системы производства (оборудование), то актуальной становится работа, направленная на снижение энергетических расходов именно на этом уровне в контексте формирования количественных и качественных показателей производства. В работе представлено комплексное использование приемов для уменьшения материалоемкости и расходов энергоресурсов. Произведены расчеты сокращения нормы времени обработки деталей одежды и материальных затрат.

Ключевые слова: энергоресурсы, эффективность оборудования, оптимизация, технологическая операция, материалоемкость.

Rational Use of Energy Resources in the Garment Industry

P. Mirzoyev

Azerbaijan Technological University, Azerbaijan Republic

Annotation. To date, measures aimed at reducing the energy intensity of products of the clothing industry are mainly of a private nature and do not take into account all the factors of the production process. Although the formation of quality indicators is based on energy costs, however, they are studied, as a rule, in isolation from each other, which negatively affects the development of more efficient processes and equipment of sewing production. Meanwhile, studies in recent years, conducted in different countries, have shown that the final quality is largely determined by the amount of energy invested in the transformation of labor objects (deterministic, excessive, insufficient). Since the main part of energy is spent on the transformation of labor items, directly at the lower stage of the production system (equipment), the work aimed at reducing energy costs at this level in the context of the formation of quantitative and qualitative indicators of production becomes relevant. The paper presents a complex use of techniques to reduce material intensity and energy costs. The calculations of reduction of norm of time of processing of details of clothes and material expenses are made.

Key words: energy resources, equipment efficiency, optimization, technological operation, material intensity.

Рациональное использование энергоресурсов является важным аспектом в швейной отрасли. Это позволяет сократить затраты, повысить эффективность производства и снизить негативное воздействие на окружающую среду. Вот некоторые меры, которые могут быть применены для достижения рационального использования энергоресурсов [1, 2, 3]:

1. Энергоэффективное оборудование.

Замена устаревшего оборудования на более энергоэффективное может значительно снизить потребление электроэнергии. Технологические разработки и инновации позволяют создавать более эффективные систе-

мы освещения, паровые котлы, компрессоры и другое оборудование.

2. Оптимизация рабочих процессов.

Анализ рабочих процессов и определение оптимальных параметров работы машин и оборудования может существенно снизить потребление энергии. Например, оптимизация времени работы и температуры паровых котлов или установка автоматического выключения оборудования в периоды простоя.

3. Использование энергосберегающих материалов.

Выбор материалов с лучшей теплоизоляцией или

светоотражающими свойствами может уменьшить потребление энергии для поддержания комфортных условий в рабочих помещениях.

4. Внедрение системы мониторинга и управления энергопотреблением.

Установка системы автоматического мониторинга и управления энергопотреблением позволяет отслеживать и оптимизировать использование энергоресурсов в режиме реального времени. Это помогает выявить потенциальные проблемы и предпринять меры по их исправлению.

5. Обучение и информирование персонала.

Обучение сотрудников швейной отрасли по вопросам энергосбережения и осознанное использование энергоресурсов может дать значительный положительный эффект. Сотрудники могут быть ознакомлены с методами энергоэффективного использования оборудования, регулярным обслуживанием и другими практическими рекомендациями.

Рациональное использование энергоресурсов в швейной отрасли не только экономически выгодно, но также способствует снижению экологического следа предприятий. При применении указанных мер можно достичь оптимального использования энергии, улучшить конкурентоспособность предприятия и внести свой вклад в сохранение окружающей среды.

При выборе оборудования в условиях высокой конкуренции и быстрой смены моды следует руководствоваться следующими принципами:

- номенклатура оборудования должна позволять изготавливать изделия с различными модельными особенностями;
- использование минимального числа фирм в потоке оборудования, чтобы снизить эксплуатационные затраты и обеспечить взаимозаменяемость комплектующих деталей;
- оборудование, установленное в одном потоке, должно обладать возможностями для быстрого перехода от одноассортиментного к многоассортиментному производству изделий из различных материалов;
- найти оптимальное соотношение цены и потребительских свойств швейных машин;
- оценить возможную степень автоматизации технологического процесса, которая зависит от числа автоматов и полуавтоматов, а также от степени автоматизации универсальных и специальных машин;
- автоматизировать вспомогательные операции, такие как обрезка ниток, выполнение закрепок в начале и конце строчки, подъем иглы и прижимной лапки;
- возможность быстрого изменения режимов работы машины с помощью микропроцессора для получения требуемого ниточного соединения;
- уменьшение длительности операций за счет использования швейных машин с более высокой скоростью вращения главного вала и приспособлений для автоматического выполнения вспомогательных приемов.

Комплексное использование перечисленных при-

емов позволяет сократить норму времени на 9–45 % в зависимости от длины строчек (размеров деталей и условий ее выполнения). По данным ОАО «ЦНИИШП», автоматизация вспомогательных приемов повышает производительность труда до 20 % [4].

Новое время на технологическую операцию, изменённое за счёт увеличения скорости вращения главного вала, определяется по формуле

$$t_{нов} = t_{фабр.} \cdot \frac{l \cdot m \cdot 60}{K_c} \left(\frac{1}{n_{\phi}} - \frac{1}{n_{np}} \right),$$

где $t_{нов}$, $t_{фабр.}$ – проектируемое и фабричное время на операцию, с; l – длина строчки, см; m – количество стежков в 1 см строчки; n_{ϕ} , n_{np} – число оборотов главного вала проектируемого и заменяемого оборудования, мин⁻¹; K_c – коэффициент использования оборудования (0,2–0,4 – для коротких швов, 0,5–0,8 – для длинных швов).

Швейные машины могут быть расширены для выполнения дополнительных операций, таких как обрезка срезов, разрезание материалов, прикрепление тесьмы и тепловая обработка. Для этого используются специальные ножи и приспособления. Микропроцессоры могут упростить швейные операции, а средства охлаждения иглы помогают предотвратить перегревание. Автоматизированные машины имеют высокую производительность, позволяют сэкономить затраты на заработную плату, энергию и нитки, повышают качество работы и облегчают труд. Они также обеспечивают доступ к сложным технологическим операциям и имеют высокий уровень сертификации производителя для надежной работы на протяжении долгих лет [4, 5]:

Применение спецприспособлений на швейных машинах позволяет улучшить производительность и качество работы. Они помогают сократить время выполнения операций, ликвидировать вспомогательные приемы и совмещать операции. Это приводит к ускорению процесса производства, упрощению труда и повышению качества изделий без больших материальных затрат. Применение таких средств также позволяет экономить на покупке сложного оборудования. Средства малой механизации в швейной промышленности увеличивают производительность труда на 20–30 % в среднем и на 60–80 % на отдельных операциях.

Создание комфортного и правильно организованного рабочего места также играет важную роль. Для этого используются дополнительные плоскости, кронштейны для хранения необработанных материалов и инструментов. Организационно-технологическая оснастка помогает сократить время на поворот деталей и смену инструментов, а также обеспечивает доступность необходимых материалов и приспособлений. Рабочие места организуются в соответствии с требованиями стандартов безопасности труда. Они обеспечивают оптимальное положение работающего, регулирование высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног. Предусмотрены предохранители от прокола пальцев иглой и средства защиты от

электрического тока. Рабочая одежда, включая головные уборы и обувь, также играет важную роль в обеспечении безопасности труда.

Пример: выбрана машина 219 класса фирмы «Дюркопп» с механизмом двигателя ткани в виде зубчатых реек, что позволяет обрабатывать швы без посадки и предотвращает стягивание швов. Машина оснащена микропроцессорными устройствами управления для сохранения требуемой длины стежка, автоматического опускания и подъема лапки, обрезки ниток, проставления закрепок и позиционирования иглы. Ее высокая скорость (5000 мин⁻¹) обеспечивает эффективную обработку прямолинейных и длинных срезов. Замена более старой машины 1597 класса на машину 219 класса позволила сократить время на машинные операции, благодаря большей скорости работы новой машины.

$$t_{\text{нов}} = 7939 - \frac{4200 \cdot 5 \cdot 60}{0,7} \left(\frac{1}{4500} - \frac{1}{5000} \right) = 7903, \text{ с.}$$

Планированию повышения уровня квалификации рабочих на предприятии должна предшествовать работа службы управления персоналом по анализу

эффективности использования рабочей силы в структурных подразделениях в разрезах профессий и уровней квалификации, причин снижения среднего разряда рабочих, отставание разряда рабочих от разряда работ, возникновения брака продукции по вине рабочих и нерационального использования фонда рабочего времени и т. п. На предприятии должны проводиться профессиональная подготовка и повышение квалификации работников.

Выбор методов обработки осуществляется с учетом требований нормативно-технической документации, современных технологий и опыта передовых предприятий отрасли.

Целью выбранных методов является повышение производительности труда, качества изделий и экономии ресурсов (рис. 1). При замене методов обработки необходимо провести сравнительный анализ и расчеты трудоемкости, производительности и качества. Обеспечение высокого качества является важной задачей проектирования. Методы могут меняться для повышения качества или производительности, но всегда с учетом сохранения или улучшения качества.

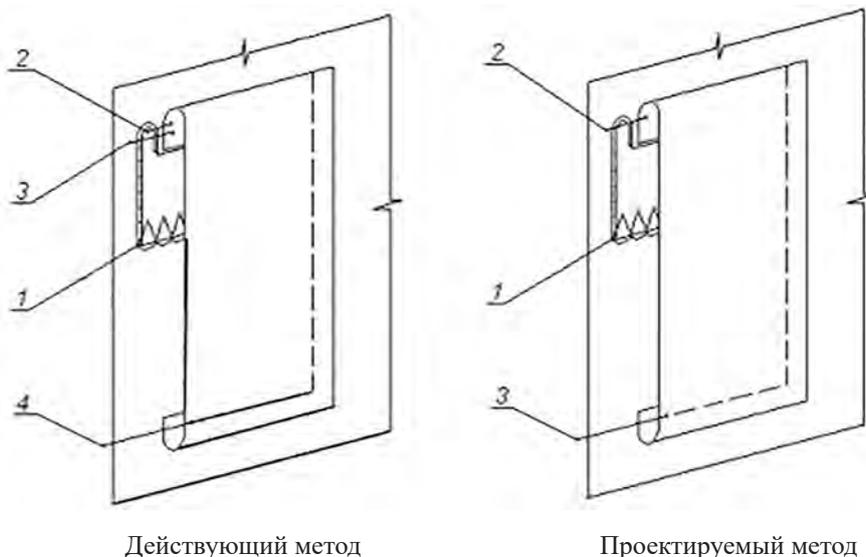


Рисунок 1 – Обработка и соединение накладного кармана с изделием

Пример. Экономическая эффективность применения нового высокопроизводительного оборудования или новых методов обработки оценивается по следующим показателям:

- 1) процент снижения затрат времени (% СЗВ)

$$\% \text{ СЗВ} = \frac{T_{\text{фабр}} - T_{\text{проект}}}{T_{\text{фабр}}} * 100 \%,$$

где $T_{\text{фабр}}$, $T_{\text{проект}}$ – соответственно фабричная и проектируемая затрата времени на обработку узла изделия, с;

- 2) процент роста производительности труда (% РПТ)

$$\% \text{ РПТ} = \frac{T_{\text{фабр}} - T_{\text{проект}}}{T_{\text{фабр}}} * 100 \%$$

При анализе документов по организации обращения с отходами производства выявляются следующие вопросы:

1. Порядок организации и осуществления деятельности, связанной с отходами.
2. Ответственные за организацию обращения с отходами производства.
3. Образование и виды отходов производства.
4. Учет отходов производства.
5. Сбор, хранение, использование, обезвреживание.

ние и захоронение отходов производства.

6. Договор на приемку и утилизацию отходов с специализированными предприятиями.

7. Виды отходов, сдаваемых на переработку.

8. Размещение отходов производства на городском полигоне ТБО.

9. Получение разрешения на хранение и захоронение отходов производства.

10. Документы, необходимые для получения разрешения.

На предприятии сдаются разные виды отходов: обрезки материалов, бумага, отработанные масла, шины, ртутные лампы, аккумуляторы и полиэтилен. Коммунальные отходы и некоторые отходы производства захороняются на городском полигоне ТБО.

Для получения разрешения на хранение и захоронение отходов производства предприятие должно предоставить заявление, инструкцию по обращению с отходами, нормативы образования отходов, акт инвентаризации отходов, статистический отчет, а также копии договора о приеме вторсырья и приказа о назначении ответственных лиц.

Все процессы обращения с отходами должны соответствовать действующим нормативно-техническим требованиям и заключенному договору с уполномоченными предприятиями для утилизации отходов.

При подготовке ткани к раскрою важно учитывать фактор «линейные параметры кусков ткани» для уменьшения потерь сырья. Для оптимального использования площади кусков материала необходима достоверная информация о их линейных параметрах. Проблема учета разноширинности кусков и использования фактической площади ткани может быть решена с помощью разработки соответствующих методов и средств измерения ширины ткани.

Также важна способность ткани к растяжению, так как изменение длины материала под действием растягивающих нагрузок может привести к ошибкам в подготовке материала к раскрою. Это может привести к увеличению нерациональных остатков и деформации деталей кроя.

Анализ изменений линейных размеров материала в рулонах показывает, что при сматывании ткани и хранения происходит усадка в настиле и крое. Остаточная деформация после сматывания и хранения составляет 0,2–1,5 % в зависимости от нагрузки и типа материала.

Существующие браковочные-промерочные машины и трехметровые столы не обеспечивают достаточную точность измерения длины ткани. Предлагается использовать бесконтактный метод измерения и проверять качество ткани в различных зонах машины, не зависящих друг от друга.

Измерение длины ткани на различных машинах может иметь погрешности, связанные с физико-механическими свойствами материала. Рациональное использование ширины и длины кусков материала помогает уменьшить потери при раскросе и снизить количество отходов.

Выбор и распределение кусков ткани для раскроя должны учитывать ограниченные ресурсы и требования к рациональной ширине. Этот вопрос следует рассматривать в комплексе, оптимизируя процесс конфекционного подбора материалов.

Увязка работы предприятий-поставщиков и потребителей ткани является сложной задачей. Поэтому важно стимулировать поставщиков выпускать ткани с эффективными ширинами, соответствующими требованиям рационального раскроя.

Критическая проблема состоит в несоответствии поставляемых кусков ткани требованиям рационального раскроя. Они имеют произвольные длины и разрезы, что затрудняет расчет и приводит к потерям материала. Эта проблема вызвана организацией контроля и деления готовой ткани на отрезки без учета пороков и топографии.

Для достижения экономии сырья и сокращения потерь при раскросе необходимо максимально эффективно использовать ткани. Проведение оперативного анализа расходов ткани позволит выявить резервы и определить влияние факторов, а также учесть прогрессивные достижения в подготовке и раскросе. Такой анализ поможет определить норму расхода ткани на изделие и использовать более экономичные конструкции.

Путем применения систематического анализа расходов ткани можно повысить эффективность процесса раскроя и улучшить использование материала. Учитывая факторы, такие как длина и разрезы кусков ткани, можно разработать стратегии для оптимизации раскроя и сокращения потерь. Это позволит значительно улучшить эффективность и экономичность производства в швейных предприятиях.

В настоящее время к основным техническим приоритетам относят следующие технические направления энергосбережения, на выполнение которых, в первую очередь, должны концентрироваться усилия:

- малые и мини-ТЭЦ;
- парогазовые установки в энергетике;
- учет и регулирование ТЭР;
- автоматизированные системы управления технологическими процессами;
- регулируемый электропривод;
- холодильная техника и компрессорное оборудование;
- нетрадиционные и возобновляемые источники энергии;
- котельные и тепловые сети;
- использование вторичных энергоресурсов;
- теплонасосные установки;
- системы освещения;
- строительные конструкции и теплоизоляционные материалы;
- внедрение новых технологий и оборудования и др.

Работа по энергосбережению проводилась по следующим приоритетным направлениям:

- модернизация и повышение эффективности

котельных, внедрение парогазовых и газотурбинных установок;

- оптимизация режимов и схем теплоснабжения;
- замена электродкотельных на более экономичные теплоисточники;
- внедрение систем учета и регулирования энергии;
- использование вторичных энергоресурсов;
- уменьшение потерь при передаче энергии;
- установка энергоэкономичных осветительных устройств;
- внедрение новых энергосберегающих технологий и оборудования;
- внедрение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Энергоэффективное освещение означает устройство систем освещения и организацию их функционирования таким образом, чтобы при обеспечении требуемых нормами количественных и качественных характеристик освещения потреблялось минимальное количество электроэнергии. Исполнение этих условий закладывается, в первую очередь, при проектировании освещения путем рационального сочетания естественного света через световые проемы и искусственного – от осветительных установок, общего и локального освещения, выбора оптимальной схемы электрической сети освещения, количества, типов и мощности источников света, их размещения, выбора светильников и пускорегулирующей аппаратуры.

Сочетание хорошего естественного освещения за счет оптимальных количества, размещения, размеров оконных проемов, фонарей в потолочных перекрытиях и регулируемого искусственного освещения может обеспечить энергосбережение до 30–70 %. Потребность в искусственном освещении уменьшается при светлых интерьерах в помещениях, которые создают ощущение более светлого пространства.

Сокращение расхода электроэнергии возможно также следующими основными путями [6]:

- снижением номинальной мощности освещения;
- уменьшением времени использования светильников.

Снижение номинальной (установленной) мощности освещения, в первую очередь, означает переход к более эффективным источникам света, дающим нужные потоки при существенно меньшем энергопотреблении. Такими источниками могут быть компактные люминесцентные лампы. В общественных зданиях также можно применять более эффективные светильники. Уменьшение времени использования светильников достигается внедрением современных систем управления, регулирования и контроля осветительных установок.

Применение регулируемых люминесцентных светильников позволяет эксплуатировать их при сниженной (по сравнению с номинальной) мощности. А это

значит, что при неизменной установленной мощности освещения снижается фактически потребляемая мощность и энергопотребление.

Управление осветительной нагрузкой осуществляется двумя основными способами:

- отключением всех или части светильников (дискретное управление);
- плавным изменением мощности светильников (одинаковым для всех или индивидуальным).

В настоящее время повышенным вниманием со стороны потребителей пользуются энергосберегающие светильники и светотехнические изделия. Обладая улучшенными потребительскими качествами (повышенная светоотдача, комфортный по спектру и не утомляющий зрение немеркнущий свет и др.), современные энергосберегающие светильники отвечают всем требованиям по экономичности и надежности в эксплуатации.

Необходимым условием для производства продукции, снижению ее себестоимости, росту прибыли, рентабельности является полное и своевременное обеспечение предприятия сырьем и материалами. Для характеристики эффективности использования материальных ресурсов применяется система обобщающих и частных показателей. Анализ эффективности использования материальных ресурсов на основе обобщающих показателей. К таким показателям относятся материалоемкость, коэффициент соотношений темпов роста объема производства и материальных затрат, удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции. Материалоемкость (M_0) характеризует отдачу материалов. Сколько произведено продукции с каждого рубля, потребленных материальных ресурсов (сырья, материалов, топлива, энергии и др.).

$$M_0 = \frac{\text{стоимость произведенной продукции}}{\text{сумма материальных затрат}}$$

Материалоемкость M_e показывает, сколько материальных затрат фактически приходится на единицу продукции. Материалоемкость рассчитывается по следующей формуле:

$$M_e = \frac{\text{сумма материальных затрат}}{\text{стоимость произведенной продукции}}$$

Коэффициент соотношения темпов роста объема производства и материальных затрат K_{co} характеризует в относительном выражении динамику материалоемкости

$$K_{co} = \dot{i}_{en} / \dot{i}_{mz}$$

где \dot{i}_{en} – индекс товарной продукции; \dot{i}_{mz} – индекс материальных затрат. В свою очередь индекс товарной продукции рассчитывается следующим образом:

$$\dot{i}_{en} = ВП_1 / ВП_0,$$

где $ВП_t$ – товарная продукция, произведенная за отчетный год; $ВП_0$ – товарная продукция, произведенная за базисный год. Индекс материальных затрат представлен следующей формулой:

$$I_{мз} = МЗ_t / МЗ_0,$$

где $МЗ_t, МЗ_0$ – материальные затраты отчетного и базисного года соответственно.

Удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции исчисляется отношением суммы материальных затрат к полной себестоимости произведенной продукции. Динамика этого показателя характеризует изменение материалоемкости продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулаженко, Е. Л. Ресурсосберегающие технологии в швейной промышленности : курс лекций / Е. Л. Кулаженко, Н. В. Ульянова ; УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2011. – 87 с.
2. Меликов, Е. Х. Лабораторный практикум по технологии швейных изделий / Е. Х. Меликов. – М. : Книжный дом «Университет» (КДУ), 2020. – 777 с.
3. Ольшанский, А. И. Основы энергосбережения : курс лекций / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский, Н. В. Беляков ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2007. – 223 с.
4. Ольшанский, А. И. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы : сборник задач / А. И. Ольшанский, Н. В. Беляков ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2010. – 146 с.
5. Труханова, А. Т. Основы технологии швейного производства / А. Т. Труханова. – М. : Высшая школа, 2017. – 336 с.
6. Франц, В. Я. Разборка, сборка и наладка швейных машин / В. Я. Франц, С. Ю. Поливанов, Э. А. Сиротников. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 2017. – 224 с.

REFERENCES

1. Kulazhenko E. L. Resource-saving technologies in the clothing industry : a course of lectures / E. L. Kulazhenko, N. V. Ulyanova ; EE "VG TU". – Vitebsk : EE "VG TU", 2011. – 87 с.
2. Melikov, E. H. Laboratory practice on the technology of garments / E. H. Melikov. – Moscow: Book House "University" (KDU), 2020. – 777 с.
3. Olshansky, A. I. Fundamentals of energy saving : a course of lectures / A. I. Olshansky, V. I. Olshansky, N. V. Belyakov ; EE "VG TU". – Vitebsk, 2007. – 223 с.
4. Olshansky, A. I. Fundamentals of energy saving. Secondary energy resources : a collection of tasks / A. I. Olshansky, N. V. Belyakov ; EE "VG TU". – Vitebsk, 2010. – 146 с.
5. Trukhanova, A. T. Fundamentals of sewing production technology / A. T. Trukhanova. – Moscow: Higher School, 2017. – 336 с.
6. Frantz, V. Ya. Disassembly, assembly and adjustment of sewing machines / V. Ya. Frantz, S. Y. Polivanov, E. A. Sirotnikov. – Moscow: Light and food industry, 2017. – 224 с.

SPISOK LITERATURY

1. Kulazhenko, E. L. Resursosberegajushhie tehnologii v shvejnoj promyshlennosti : kurs lekcij / E. L. Kulazhenko, N. V. Ul'janova ; UO «VG TU». – Vitebsk : UO «VG TU», 2011. – 87 s.
2. Melikov, E.H. Laboratornyj praktikum po tehnologii shvejnyh izdelij / E.H. Melikov. – M. : Knizhnyj dom "Universitet" (KDU), 2020. – 777 с.
3. Ol'shanskij, A. I. Osnovy jenergosberezhenija : kurs lekcij / A. I. Ol'shanskij, V. I. Ol'shanskij, N. V. Beljakov ; UO «VG TU». – Vitebsk, 2007. – 223 s.
4. Ol'shanskij, A. I. Osnovy jenergosberezhenija. Vtorichnye jenergeticheskie resursy : sbornik zadach / A. I. Ol'shanskij, N. V. Beljakov ; UO «VG TU». – Vitebsk, 2010. – 146 s.
5. Truhanova, A. T. Osnovy tehnologii shvejnogo proizvodstva / A.T. Truhanova. – M. : Vysshaja shkola, 2017. – 336 с.
6. Franc, V. Ja. Razborka, sborka i naladka shvejnyh mashin / V.Ja. Franc, S.Ju. Polivanov, Je.A. Sirotnikov. – M. : Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 2017. – 224 с.

Статья поступила в редакцию 20.04.2023.

Разработка и исследование технологического процесса получения многокомпонентных огнетермостойких нитей

О.В. Шумилин, Д.Д. Соколова, В.Г. Буткевич, Г.И. Москалёв^а
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аmosvstunew@rambler.ru

Аннотация. Авторами предложен технологический процесс получения многокомпонентных огнетермостойких нитей. В этих нитях в качестве основы используется стеклонить, а в качестве обкручивающего компонента – огнетермостойкие волокна «Арселон». Исследованы физико-механические свойства предложенных нитей. Многокомпонентные огнетермостойкие нити рекомендованы в производство.

Ключевые слова: волокно, нить, крутка, физико-механические параметры, сердечник, обвивочный слой, исследование, эксперимент, материал.

Development and Research of Technological Process of Multicomponent Flame-Retardant Yarns Production

O. Shumilin, D. Sokolova, V. Butkevich, G. Moskalyov^a
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^аmosvstunew@rambler.ru

Annotation. The authors have proposed a technological process for the production of multicomponent flame-retardant yarns. In these yarns glass fiber is used as a backing and fire-thermal-resistant fibers «Arselon» as a wrapping component. The physical and mechanical properties of the proposed yarns have been investigated. The multicomponent fire-thermal resistant yarns are recommended for production.

Key words: fiber, yarn, twist, physical and mechanical parameters, core, twist layer, research, experiment, material.

Проблема огнезащиты текстильных материалов возникла давно. Но до недавнего времени основным направлением научных исследований была разработка методов придания негорючести целлюлозным волокнам и тканям.

С развитием промышленности синтетических волокон, увеличением объема их производства, и с усилением внимания мирового сообщества к защите окружающей среды и человека возникла необходимость разработки методов экологически безопасного придания огнестойкости материалам из этих волокон.

Основная задача, поставленная при создании тканей технического назначения – обеспечение необходимого комплекса свойств, в зависимости от области применения и назначения ткани. Решение данной задачи во многом зависит от рационального сочетания свойств выбранного исходного сырья, параметров строения ткани и технологии ее изготовления.

На отечественном рынке огнезащитных и термостойких материалов наиболее известны два типа тканей:

– ткани на основе термостойких волокон (в меньшей степени российского происхождения, в

большей – зарубежного производства), которые достаточно серьезно заполняют наш рынок и обладают устойчивыми огнезащитными свойствами;

– ткани на основе хлопка и его смесей с полиэфирным волокном, которые требуют отделки специальными препаратами, шерстяные и полушерстяные с пропиткой и без. Однако эти ткани не сохраняют своих первоначальных свойств после стирок, химчисток и, в основном, в процессе эксплуатации.

Наиболее известными видами огнестойких волокон являются: кевлар, тварон, фенилон, оксалон, кермель, аримид, русар, СВМ, арлана и др. Большинство из них выпускается только в виде нитей и имеет высокий модуль упругости, малое удлинение, очень высокую прочность, низкую термическую усадку и высокие огнезащитные свойства. Они обеспечивают надежную защиту людей от теплового воздействия, пламени и порезов и используются в технике, самолето- и ракетостроении и других ответственных областях. Стоимость их довольно высока. В связи с тем, что эти волокна отличаются повышенной жесткостью, низким удлинением, низкой гигроскопичностью, они ограниченно используются в текстильном секторе.

В результате исследований установлено, что сохранение до 90 % прочностных показателей после воздействия открытого пламени может быть достигнуто только при использовании термостойких волокон в сочетании с заключительной отделкой специальными препаратами.

Одним из перспективных направлений снижения себестоимости производства огне- и термостойких нитей является создание новых видов неоднородных комбинированных нитей. В Республике Беларусь на ПО «Химволокно» (Светлогорск) выпускается штапельное химическое волокно «Арселон», а также арселонная комплексная нить. Превосходя по термостойкости известные мировые аналоги номекс и кевлар, это волокно имеет также существенное экономическое преимущество: для его получения используются относительно дешевые промышленные мономеры.

Формование волокон и нитей производится из серноокислотных растворов по мокрому методу в водно-серноокислотную ванну. Свежеформованные волокна и нити подвергаются дальнейшей обработке по непрерывной схеме, включающей операции вытяжки, промывки (с промежуточной нейтрализацией остатков серной кислоты раствором NaHCO_3), повторной промывки и сушки. При производстве упрочненных нитей они подвергаются термическому вытягиванию и термической обработке. Для повышения устойчивости волокон к УФ-излучению вводится фотостабилизатор, например, натриевая или калиевая соль, мета- или пара-азобензол дикарбоновой кислоты. Получаемое волокно имеет существенно более высокую светостойкость и выпускается с товарным знаком «Арселон-С».

За последние годы выпуск волокон и нитей арселон и «Арселон-С» составил более 200 тонн с наращиванием производственных мощностей до 300 тонн.

Следует отметить высокую гидролитическую устойчивость полиоксидазольных волокон и нитей по отношению к растворам кислот и щелочей, что очень важно как при фильтрации химически агрессивных сред, так и для специальной защитной одежды.

Термостойкие текстильные материалы и изделия

из этих волокон широко используются в следующих направлениях:

- фильтровальных полотнах для высокотемпературных газов;
- специальной защитной одежде;
- средствах профессиональной безопасности и спасения;
- специальном текстиле для авиа-, автотранспорта и опасных помещений;
- фрикционных композитах (в тормозных колодках взамен асбеста).

ВЫСОКОТЕРМОСТОЙКИЕ ПОЛИОКСИДИЗОЛЬНЫЕ ВОЛОКНА, НИТИ И ТЕКСТИЛЬ НА ИХ ОСНОВЕ

Недостатками волокна являются относительно низкие разрывная нагрузка (35 сН/текс) и показатель кислородного индекса (26,5 %), что снижает устойчивость волокна к воздействию открытого пламени.

Авторами предложена технология получения огнетермостойких многокомпонентных нитей с использованием волокна «Арселон» в качестве обвивочного компонента и стеклонити в качестве сердечника.

В таблице 1 и 2 предложены основные физико-механические свойства волокон «Арселон» и компонентной стеклянной стеклонити.

В таблице 3 представлены физические, механические, термические, электрические, оптические и акустические свойства стекла марок А, С, Е и S.

При проведении исследований были получены огнетермостойкие нити и исследованы их свойства.

Формирование нити из волокна «Арселон» осуществлялось на кольцевой прядильной машине G 35 фирмы Rieter.

Одним из главных факторов, оказывающих влияние на физико-механические свойства пряжи кольцевого способа прядения является её крутка. С увеличением крутки пряжи до критического значения повышается её разрывная нагрузка и удлинение, снижается ворсистость, но при этом повышается жесткость пряжи и полотен из неё.

Таблица 1 – Физико-механические свойства волокна «Арселон»

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение показателя
Кондиционная линейная плотность элементарного волокна	текс	0,17
Штапельная длина	мм	36
Удельная разрывная нагрузка элементарного волокна	мН/текс	350
Удлинение элементарного волокна при разрыве	%	45
Фактическая влажность	%	8,04
Массовая доля замасливателя	%	0,8
Склейки и роговидные волокна	%	0,420
Количество витков	на 1,0 см	4,4

Таблица 2 – Основные характеристики комплексной стеклонити 11 текс

Марка нити	Количество сложенных комплексной нити	Результирующая линейная плотность нити, текс	Направление крутки: S – левое; Z – правое	Количество кручений на 1 м	Удельная разрывная нагрузка, мН/текс (гс/текс), не менее	Массовая доля веществ, удаляемых при прокаливании, %
EC511	1	11+5–7 %	S	70±15%	610 (62)	1,1–1,9

Таблица 3 – Свойства стекла марок А, С, Е и S

Свойства	Марка стекла			
	А	С	Е	S
<i>Физические</i>				
Плотность, кг/м ³	2500	2490	2540	2480
Твердость по Моосу	-	6,5	6,5	6,5
<i>Механические</i>				
Предел прочности при растяжении, МПа:	3033	3033	3448	4585
при 22 °С	-	-	2620	3768
при 371 °С	-	-	1724	2413
при 533 °С				
Модуль упругости при растяжении при 22 °С, Мпа	-	69,0	72,4	85,5
Предел текучести, %	-	4,8	4,8	5,7
Упругое восстановление, %	-	100	100	100
<i>Термические</i>				
Коэффициент линейного термического расширения, 10 ⁻⁶ К ⁻¹	8,6	7,2	5,0	5,6
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	-	-	10,4	-
Удельная теплоемкость при 22 °С	-	0,212	0,197	0,176
Температура размягчения, °С	727	749	841	-
<i>Электрические</i>				
Электрическая прочность, В/мм	-	-	19920	-
Диэлектрическая постоянная при 22 °С:				
при 60 Гц	-	-	5,9–6,4	5,0–5,4
при 1 МГц	6,9	7,0	6,3	5,1
Потери при 22 °С:				
при 60 Гц	-	-	0,005	0,003
при 1 МГц	-	-	0,002	0,003
Объемное сопротивление при 22 °С и 500 В постоянного тока, Ом·м	-	-	10 ¹⁷	10 ¹⁸
Поверхностное сопротивление при 22 °С и 500 В постоянного тока, Ом·м	-	-	10 ¹⁵	10 ¹⁶
<i>Оптические</i>				
Коэффициент преломления	-	-	1,547	1,423
<i>Акустические</i>				
Скорость звука, м/с	-	-	5330	5850

В связи с этим в производственных условиях проведены экспериментальные исследования влияния крутки на свойства пряжи линейной плотности 22,2 текс. Крутка изменялась в диапазоне от 650 до 800 кр./м. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

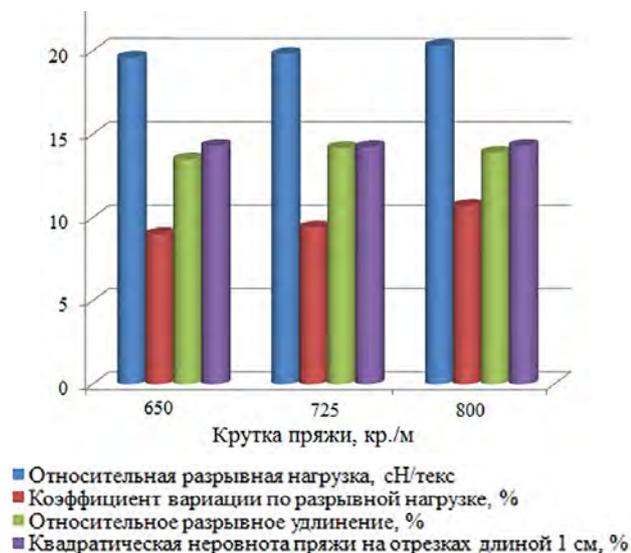


Рисунок 1 – Влияние крутки арселоновой пряжи на показатели её качества

Анализируя представленные результаты, можно сделать следующие выводы:

- относительная разрывная нагрузка пряжи существенно повышается с увеличением крутки в исследуемом диапазоне в связи с тем, что критическая крутка пряжи близка к 800 кр./м;
- с ростом крутки повышается также неровнота по разрывной нагрузке пряжи, что характерно для круток выше критического значения;

Таблица 4 – Основные характеристики комплексной стеклонити 11 текс

Наименование показателя	Значение показателя				
	390	420	490	560	630
Крутка номинальная, кр./м	390	420	490	560	630
Крутка фактическая, кр./м	384	416	492	544	624
Линейная плотность, текс	44	44,5	44,0	45,0	44,8
Разрывная нагрузка, сН	1094	1049	1062	1104	1081
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	24,6	23,6	24,1	24,5	24,1
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	7,8	7,2	7,4	7,1	8,1
Показатель качества	3,15	3,28	3,26	3,45	2,98
Неравновесность, витков	7	4,0	10	10	9,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомин, Б. М. Перспективы выпуска огнезащитных тканей в России / Б. М. Фомин, С. Д. Николаев, Н. В. Егоров // Текстильная промышленность. – 2011. – № 4. – С. 64–66.

2. Дресвянина, Е. Н. Термоогнестойкие волокна / Е. Н. Дресвянина, Р. А. Макарова, Ю. Д. Трусов // Технический текстиль. – 2007. – № 16. – С.16–18.
3. Будницкий, Г. А. Применение термо-, огнестойких волокон для изготовления текстильных изделий / Г. А. Будницкий, А. В. Волохина // Текстильная химия. – 2003. – № 3. – С.23–24.

REFERENCES

1. Fomin, B. M. Prospects of fireproof fabrics production in Russia / B. M. Fomin, S. D. Nikolaev, N. V. Egorov // Textile industry. – 2011. – № 4. – P. 64–66.
2. Dresvyanina, E. N. Thermo-fire-resistant fibers / E. N. Dresvyanina, R. A. Makarova, Y. D. Trusov // Technicheskiy tekstil. – 2007. – № 16. – P.16–18.
3. Budnitsky, G. A., Application of thermo-, fire-resistant fibers for textile products manufacturing / G. A. Budnitsky, A. V. Volokhina // Textile chemistry. – 2003. – № 3. – P.23–24.

SPISOK LITERATURY

1. Fomin, B. M. Perspektivy vypuska ognezashhitnyh tkanej v Rossii / B. M. Fomin, S. D. Nikolaev, N. V. Egorov // Tekstil'naja promyshlennost'. – 2011. – № 4. – S. 64–66.
2. Dresvjanina, E. N. Termoognestojkie volokna / E. N. Dresvjanina, R. A. Makarova, Ju. D. Trusov // Tehnicheskij tekstil'. – 2007. – № 16. – S.16–18.
3. Budnickij, G.A., Primenenie termo-, ognestojkih volokon dlja izgotovlenija tekstil'nyh izdelij / G. A. Budnickij, A. V. Volohina // Tekstil'naja himija. – 2003. – № 3. – S.23–24.

Статья поступила в редакцию 15.03.2023.

Технология получения комбинированного огнетермостойкого материала

В.Г. Буткевич, Г.И. Москалёв^а, Е.И. Рутченков
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аmosvstunew@rambler.ru

Аннотация. В данной работе предложен способ получения огнетермостойких материалов. Проведен сравнительный анализ различных видов огнетермостойких тканей и способов их получения. Это позволило поставить цели и задачи исследований. Предложена новая ткань, в которой в качестве основных и уточных нитей используются многокомпонентные нити. Эти нити имеют в качестве сердечника стеклонить, а в качестве обкручивающего компонента – огнетермостойкую нить «Арселон». В работе исследованы основные физико-механические показатели предлагаемой ткани.

Ключевые слова: ткань, сушка, производство, температура, технологический процесс, энергопотребление, эксперимент, физико-механические свойства, волокно.

Technology of Obtaining the Combined Fire-Thermal Resistant Material

V. Butkevich, G. Moskalyov^а, E. Rutchenkov
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^аmosvstunew@rambler.ru

Annotation. In this paper, a method of obtaining fire-thermal resistant materials is proposed. A comparative analysis of various types of fire-thermally resistant fabrics and methods of their obtaining has been carried out. This allowed to set the goals and objectives of the research. A new fabric is proposed in which multicomponent yarns are used as main and weft yarns. These yarns have glass fiber as a core and fire-thermally resistant thread «ARCELON» as a wrapping component. The main physical and mechanical parameters of the proposed fabric have been investigated.

Key words: fabric, drying, production, temperature, technological process, energy consumption, experiment, physical and mechanical properties, fiber.

В настоящее время в Республике Беларусь складывается довольно сложная обстановка с изготовлением специальных термо- и огнестойких технических тканей, а также материалов для специальной защитной одежды людей, чья профессиональная деятельность связана с работой при высоких температурах и контактах с пламенем [1].

Как в Беларуси, так и за рубежом проблема защиты работающих от воздействия тепла в процессе трудовой деятельности давно волнует специалистов различных отраслей: текстильщиков, материаловедов, швейников, обувщиков, медиков, гигиенистов, теплофизиков, химиков, и т. д., занимающихся вопросами охраны труда. Вопрос создания для работающих в горячих цехах различных производств спецодежды, обладающей комплексом защитных свойств от высокой температуры и теплового излучения, до настоящего времени

остаётся открытым. Сегодня отечественная промышленность выпускает ткани с огнезащитными свойствами, которые обеспечиваются на стадии отделки. Надо отметить, что эти материалы не отвечают комплексной защите от вредных факторов производств, а асбестовые материалы обладают канцерогенностью и запрещены для производства изделий во всем мире.

Существует большой ассортимент технических фильтровальных и других материалов, применяемых в производствах нефтеперерабатывающего, военно-промышленного комплекса и других производствах, которые удовлетворяют высоким требованиям по термо- и огнестойкости, однако материалы данного назначения в Республике Беларусь не производятся [2]. Все это диктует необходимость создания огнетермостойких пряж, нитей, тканей и, соответственно, изделий из них на основе отечественного сырья.

В настоящее время изделия данного ассортимента полностью импортируются из-за рубежа. ПО «Хим-волокно» г. Светлогорска производит термостойкое волокно «Арселон». По термостойкости и гигроскопичности арселон превосходит известные мировые аналоги. Одним из его недостатков является невысокий показатель кислородного индекса (26,5 % против необходимых 28 %), что объясняет недостаточно высокую устойчивость волокна к воздействию открытого пламени и, соответственно, ограничивает область применения.

Принципиально новым подходом к созданию тканей с огнезащитными свойствами является использование химических огнестойких арамидных волокон и нитей (русар, СВМ, армос), которые обладают исключительной прочностью и термостойкостью, однако имеют высокую стоимость. Кислородный индекс этих волокон составляет 38–43 %, прочность – 4,0–5,0 ГПа, удлинение при разрыве – 3,0–4,0 %, стоимость – 70–100 \$ за один килограмм.

Для повышения показателя кислородного индекса, а также снижения себестоимости продукции, с учетом промышленной базы Республики Беларусь, предлагается разработка новых технологий получения смешанной пряжи и нитей, состоящих из арамидных волокон и нитей, нитей и пряжи из волокна «Арселон», отходов прядильного и ткацкого производства арамидных и арселоновых нитей.

Для снижения стоимости такой пряжи и нитей необходим комплекс мероприятий по разработке новых технологических процессов получения смешанной пряжи и нитей из огнестойких волокон, оптимизация технологических параметров процессов получения новых видов нитей и пряжи.

Исследование различных составов комбинированных огнестойких волокон и нитей позволит получить пряжу и нити с требуемыми физико-механическими и потребительскими свойствами.

Авторами разработана новая технология получения огнестойкого материала на основе многокомпонентных нитей с использованием в качестве обвивочного слоя арселоновых волокон (рис. 1).

Нить, из которой изготовлена огнестойкая ткань, состоит из сердечника – стеклонити (содержание 15–30 %), покрытой огнестойкими синтетиче-



Рисунок 1 – Образец огнестермостойкой ткани

скими волокнами (Мета арамид, Полиэфир FR, Модакрил FR, Вискоза FR, арселон) (содержание 70–85 %). Способ получения – кольцевое прядение со стержневой нитью с последующим скручиванием в 2 сложения на крутильных машинах. Линейные плотности тканей – от 25 текс x 2 и выше. Стеклонить обладает превосходными огнестермостойкими свойствами, при этом значительно дешевле, чем огнестойкие волокна. Например, цена арселоновой пряжи – от 22 \$, цена стеклонити – от 2–5 \$.

Сочетание стеклонити и огнестойких волокон позволяет получить ткань, не уступающую по свойствам огнестойкой пряже, в то же время значительно дешевле по себестоимости. Область применения – замена огнестойкой пряжи в технических огнестойких тканях.

В таблицах 1 и 2 представлены физико-механические свойства нити из арселоновых волокон и ткани из неё.

В производственно-техническом центре Витебского областного управления МЧС ткань была исследована на огнестермостойкие свойства. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Физико-механические свойства арселоновой нити со стеклянным сердечником 27 текс x 2

Наименование показателя	Значение показателя
Линейная плотность нити, текс	27x2
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	3,42
Разрывная нагрузка, сН	1765
Относительная разрывная нагрузка, сН x Текс	32,68
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	3,41
Разрывное удлинение, %	3,99

Таблица 2 – Физико-механические свойства ткани из арселоновой нити со стеклянным сердечником 27 текс х 2

Свойство	Величина, ед. изм.
Поверхностная плотность ткани	172,8 г/м ²
Плотность ткани по основе	144 нити/10 см
Плотность ткани по утку	142 нити/10 см
Толщина ткани	0,48 мм
Разрывная нагрузка вдоль основы	805,5 Н
Разрывная нагрузка вдоль утка	801,6 Н
Разрывное удлинение вдоль основы	20,5 %
Разрывное удлинение вдоль утка	19 %
Истирание	1950 циклов

Таблица 3 – Результаты испытаний по определению устойчивости к воздействию открытого пламени, устойчивости к воздействию температуры 300 °С и усадке после нагревания

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Нормативное значение
1	Среднее время сжигания образцов, с	10	-
2	Среднее время остаточного горения, с	0	Не более 2,0 с
3	Среднее время остаточного тления, с	0	Не более 2,0 с
4	Разрушение (сквозной прогар), воспламенение	Нет	-
5	Усадка после нагревания, %	1,0	Не более 5 %
6	Кислородный индекс	28	Не менее 28

Структура и физико-механические свойства исследуемой ткани зависят от условий ее формирования и соотношения линейных плотностей стеклонити и волокон покрытия «Арселон». Большое влияние на структуру и свойства ткани оказывает интенсивность кручения. Поэтому разработка оптимальных соотношений и технологических параметров её изготовления является одним из важных этапов в создании технологии производства огнестойкой ткани.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- исследовать общие закономерности процессов получения ткани на прядильно-крутильной машине;
- установить степень влияния технологических параметров процесса прядения на качество получаемой ткани;
- определить оптимальные технологические параметры технологического процесса получения огнестойкой ткани на прядильно-крутильной машине;
- изучить влияние влажностно-тепловой обработки на физико-механические свойства ткани.

Изучение специфических свойств огнестойкой ткани позволило выявить, что усадка и объёмность

зависят, прежде всего, от содержания нити сердечника и стекловолокна. В ходе предварительного эксперимента установлено, что долевое содержание комплексной стеклонити в комбинированной огнестойкой нити не должно превышать 15–30 %. Существенное влияние оказывает величина крутки. С уменьшением числа кручений усадка и объёмность исследуемой нити увеличивается. Однако в ходе предварительных экспериментов выявлено, что огнестойкую нить малых линейных плотностей вырабатывать трудно ввиду малой сцепляемости арселоновых волокон с комплексной стеклонитью.

При достижении на поверхности ткани температуры равной температуре стеклования, происходит ослабление межмолекулярного взаимодействия и «расслабление» первоначальной структуры, возникшей в ткани в процессе ее формирования. В зависимости от начальной величины энергии межмолекулярного взаимодействия, период расфиксации может быть более или менее продолжительным. Чем больше начальная величина энергии межмолекулярного взаимодействия, тем больше время, необходимое для снижения уровня этой энергии до значений, при которых усиление колебательных движений звеньев макромолекул может привести к образованию новых межмолекуляр-

ных связей. Благодаря ослаблению межмолекулярных взаимодействий и тепловых колебаний звеньев, макромолекулы приобретают способность самопроизвольно изменять свою ориентацию в ткани и принимать более вероятностную изогнутую форму. И чем выше гибкость полимера, тем легче происходит переориентация макромолекул в нитях.

Был проведён эксперимент и построены кривые сушки огнетермостойкой ткани с использованием в качестве сердечника стеклонити, а в качестве обвивочного компонента – арселоновые волокна (рис. 2). Начальная влажность 105 %; 110 %; 115 %. Температура сушки была принята 110 °С; 120 °С; 130 °С.

Как видно, что при увеличении температуры сушильного аппарата, время сушки снижается. Отсюда вытекает целесообразность максимального повышения температуры агента. Однако следует помнить, что с увеличением температуры повышается энергопотребление и стоимость сушки.

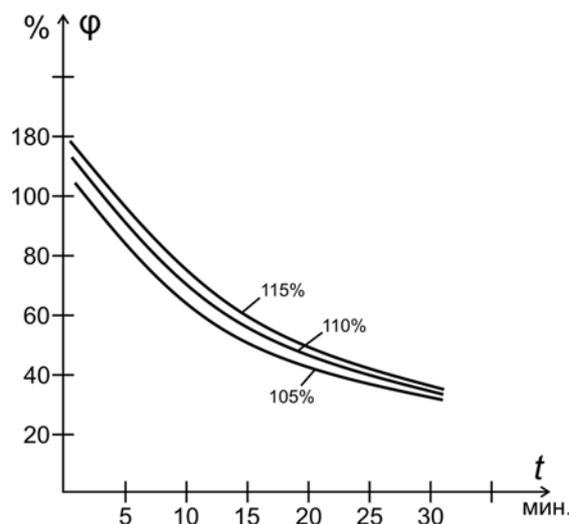


Рисунок 2 – Кривые сушки огнетермостойкой ткани

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лавреньева, Е. П. Сравнительный анализ свойств огнезащитных тканей различных способов производства / Е. П. Лавреньева // Швейная промышленность. – 2012. – № 3. – С. 40–42.
2. Будницкий, Г. А. Применение термоогнестойких волокон для изготовления текстильных изделий / Г. А. Будницкий, А. В. Волохина // Текстильная химия. – 2003. – № 3. – С. 23–24.

REFERENCES

1. Lavrenieva, E. P. Comparative analysis of properties of flame retardant fabrics of different production methods / E. P. Lavrenieva // Sewing industry. – 2012. – № 3. – P. 40–42.
2. Budnitsky, G. A., Application of thermo-fire-resistant fibers for textile products manufacturing / G. A. Budnitsky, A. V. Volokhina // Textile chemistry. – 2003. – № 3. – P. 23–24.

SPISOK LITERATURY

1. Lavren'eva, E. P. Sravnitel'nyj analiz svojstv ogneshhitnyh tkaney razlichnyh sposobov proizvodstva / E. P. Lavren'eva // Shvejnaja promyshlennost'. – 2012. – № 3. – S. 40–42.
2. Budnickij, G. A., Primenenie termo-ognestojkih volokon dlja izgotovlenija tekstil'nyh izdelij /G. A. Budnickij, A. V. Volohina // Tekstil'naja himija. – 2003. – № 3. – S. 23–24.

Статья поступила в редакцию 15.03.2023.

Влияние композиций электроформовочных растворов на их основные свойства

М.А. Демидова

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

E-mail: demidova.mariya00@gmail

Аннотация. Статья посвящена оценке свойств прядильных композиций из водорастворимого полимера для электроформования нановолокнистого материала медицинского назначения. Установлено влияние основных параметров раствора, оказывающих влияние на структуру и морфологию получаемых нановолокнистых материалов, покрытий и структур, а также протекание процесса электроформования. Предложены модели, описывающие влияние содержания поливинилового спирта в растворе и таргет-компонента глицерина на его динамическую вязкость, удельную объемную электропроводность и плотность, позволяющие с достаточной точностью спрогнозировать значения основных параметров прядильных растворов для проведения электроформования материалов для нужд медицины и косметологии.

Ключевые слова: электроформование, поливиниловый спирт, водорастворимые полимеры, таргет-компонент.

Influence of Compositions of Electrospinning Solutions on their Main Properties

M. Demidova

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

E-mail: demidova.mariya00@gmail

Annotation. The article is devoted to the evaluation of the properties of spinning compositions from a water-soluble polymer to obtain a nanofiber material for medical purposes. The influence of the main parameters of the solution, which affect the structure and morphology of the obtained nanofibrous materials, coatings and structures, as well as the course of the electrospinning process, has been established. Models are proposed that describe the effect of the content of polyvinyl alcohol in the solution and the target component of glycerol on its dynamic viscosity, specific volumetric electrical conductivity and density, which make it possible to predict with sufficient accuracy the values of the main parameters of spinning solutions for electrospinning materials for the needs of medicine and cosmetology.

Key words: electrospinning, polyvinyl alcohol, water-soluble polymers, target component.

В настоящее время электроформование является эффективным и доступным, гибким методом получения микро- и нановолокон для различных нужд современной промышленности стран. Из-за разнообразия применений электроформованных нановолокон, особенно вырабатываемых из растворов полимеров, в этой области продолжается значительный объем работ, исследований и разработок. Работа в основном сосредоточена на расширении областей применения и конечного использования нановолокон.

Широкий спектр биodeградирующих полимеров может быть электроформован в материалы, покрытия, сетки и другие нановолоконные конструкции с определенным расположением волокон и структурной целостностью. Поверхность нановолокна может быть спроектирована таким образом, чтобы отвечать

конкретным биохимическим характеристикам. Метод электроформования очень удобен для производства нетканых материалов, покрытий и структур из натуральных полимеров и синтетических биосовместимых или биоабсорбируемых полимеров для медицинских нужд [1]. Электроформованные нановолокна также обладают многими преимуществами при использовании в медицине в качестве потенциального носителя для доставки лекарств, поскольку включение лекарственного средства в нановолокно может быть осуществлено посредством электроформования [2].

Анализ литературы позволил выделить целый блок исследований, посвященных созданию нановолокнистых материалов, покрытий и структур из водорастворимых полимеров. Интерес к их использованию связан с повышенным требованиям к безопасности, предъяв-

ляемым медициной к используемым средствам, среди которых можно выделить следующие: биосовместимость, нетоксичность, водорастворимость, химическая стабильность и др. Также использование водорастворимых полимеров позволяет создавать материалы с различным профилем растворения, что позволяет управлять его биодegradацией, обеспечить последовательное выделение веществ в соответствии с принципом таргетной доставки. Однако необходимо отметить, что использование водорастворимых полимеров накладывает определенные ограничения на процесс электроформования нановолокон из них, поскольку растворителем в таком случае выступает дистиллированная вода, являющаяся диэлектриком и затрудняющая процесс волокнообразования. Однако, несмотря на столь существенные сложности, создание водорастворимых нановолокнистых материалов, покрытий и структур имеет свои несомненные преимущества, широко описанные в литературе [3–7].

Характеристики полимерных нановолокон и стабильность протекания процесса электроформования определяются факторами, оказывающими влияние на протекание процесса электроформования, что доказано многочисленными исследованиями. К основным свойствам раствора, оказывающим влияние на протекание процесса электроформования, относятся концентрация, молекулярная масса волокнообразующего полимера, вязкость, поверхностное натяжение, проводимость и термодинамические свойства. Из литературных данных известно, что наиболее значимыми параметрами электроформования, обеспечивающими стабильность процесса и образование бездефектных волокон, являются вязкость и электропроводность, а также с точки зрения химии данного процесса интерес представляет оценка плотности прядильных растворов.

Таким образом, целью исследований была оценка свойств прядильных композиций из водорастворимого полимера для электроформования нановолокнистого материала медицинского назначения.

Для исследования приготовлены различные варианты прядильных растворов ПВС с добавлением 85%-ого раствора глицерина. Далее вместо 85%-ого раствора глицерина (далее глицерин). Приготовление растворов осуществлялось следующим образом: вначале на водяной бане готовился раствор ПВС с различной концентрацией полимера – 10, 12 и 14 %. Далее к нему добавлялось 10, 20 и 30 % 85%-ого раствора глицерина.

При проведении исследований также определялись свойства растворов ПВС, содержащих волокнообразующий полимер в тех же концентрациях, без добавления глицерина с целью оценки влияния процентного содержания данного таргет-компонента в расширенном диапазоне варьирования от 0 до 30 %.

Оптимальная вязкость раствора необходима для электроформования, так как очень низкая вязкость приводит к отсутствию образования волокон, а очень

высокая вязкость – к затруднению выброса струй из раствора полимера. Кроме того, вязкость влияет на морфологию волокон.

С точки зрения энергетики процесса электроформования на первой его стадии вязкость может выступать нежелательным фактором, поскольку она увеличивает потери энергии на преодоление внутреннего трения в жидкой струе. Однако при этом необходимо отметить, что большим значениям вязкости соответствует более высокая концентрация полимера, которая отражает производительность процесса электроформования нановолокнистых материалов, покрытий и структур. Также вязкость способна гасить капиллярные волны, которые разрушают жидкую струю, что повышает ее устойчивость, способность противостоять деформационным нагрузкам и кавитации. В литературе для получения нановолокон методом электроформования обычно используются растворы полимеров с весовой концентрацией до 20 % и динамической вязкостью от 50 до 1000 мПа·с. Однако отмечается, что «для некоторых низкомолекулярных полимеров возможны более высокие весовые концентрации, а для высокомолекулярных – более низкие вязкости» [8].

Как правило, вязкость раствора можно регулировать путем изменения концентрации полимера в растворе. Различные вязкости раствора приводят к возникновению разных структур полимера. Диапазон вязкости у разных полимеров при электроформовании различен. Увеличение вязкости раствора или его концентрации приводит к электроформованию нановолокон с большим и более равномерным диаметром. Поверхностное натяжение является преобладающим фактором в растворах полимеров низкой вязкости, результатом его становится возникновение бисера и забисеренных волокон [9, 10].

Матвеев отмечает, что «принципиальное ограничение для удельной объемной электропроводности имеется только снизу и определяется временем релаксации в растворе свободных электрических зарядов под действием внешнего электрического поля». При этом чем быстрее требуется производить процесс отделения струи полимерного раствора от прядильной головки, тем выше должно быть значение его удельной объемной электропроводности. Верхний предел данного показателя ограничен порогом возникновения газового разряда со струи, нарушающего ее устойчивость, и составляет от 10^{-6} до 10^{-2} Ом⁻¹·м⁻¹. Электропроводность также оказывает существенное влияние на поведение электроформовочной струи: с увеличением данного показателя растет вероятность возникновения и число последовательных расщеплений дрейфующей жидкой струи, что положительно влияет на скорость волокнообразования и повышает производительность процесса [8].

Влиять на электропроводность раствора можно путем добавления ионогенных веществ в том случае, если полимер и растворитель достаточно чистые, или их очисткой от данных примесей, если используемый

полимер загрязнен [8]. В обычной ситуации у воды достаточно высокая диэлектрическая проницаемость, примерно равная 80, что может создавать определенные сложности при электроформовании растворов на её основе. Как правило, растворы с более высокой проводимостью позволяют вырабатывать электроформованные нановолокна меньшего диаметра.

Рекомендуемый диапазон электрической проводимости растворов – от 0,01 мСм/см до 10 мСм/см. Чем быстрее или интенсивнее требуется проводить деформацию, тем выше должна быть электропроводность прядильного раствора. При увеличении электропроводности раствора уменьшается диаметр нановолокон.

Для измерения динамической вязкости использовался вискозиметр ротационного типа RM 100 Plus фирмы Lamy Rheology Instruments (Франция). Электропроводность прядильных растворов χ (мкСм) измеряли с помощью кондуктометра HANNA 8733. Плотность прядильных растворов определяли с помощью пикнометра.

График, отражающий зависимость динамической вязкости формовочных растворов от содержания компонентов, представлен на рисунке 1.

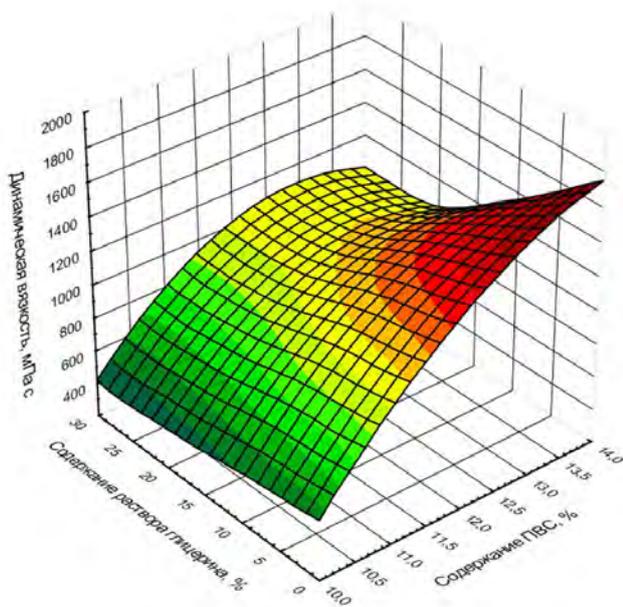


Рисунок 1 – Зависимость динамической вязкости раствора от содержания ПВС и глицерина

Анализ полученных данных показал, что увеличение содержания ПВС в формовочном растворе существенно повышает его динамическую вязкость независимо от содержания в нем глицерина. Имеет место постепенное снижение значений динамической вязкости по мере увеличения концентрации глицерина в растворе до 20 %. При дальнейшем увеличении доли данного компонента наблюдается незначительное возрастание вязкости, что может быть объяснено образованием ассоциатов между молекулами глицерина в растворе за счет межмолекулярных водородных свя-

зей. Наиболее ярко данная тенденция повышения динамической вязкости растворов проявляет себя в диапазоне концентраций ПВС от 12 до 14 %.

Установлено, что динамическая вязкость растворов с содержанием 20–30 % глицерина соответствует приведенным в литературе рекомендациям. Однако необходимо отметить, что окончательное решение о выборе используемых композиций из ПВС и глицерина следует принимать после проведения процесса электроформования, так как для некоторых полимеров возможны более высокие значения данного показателя.

В результате статистической обработки результатов исследований была получена модель (1), описывающая влияние содержания ПВС x_1 в растворе данного полимера и раствора глицерина x_2 в формовочном растворе на его динамическую вязкость:

$$\eta = 1154,5 + 396,1 \cdot x_1 - 214,0 \cdot x_1 - 157,6 \cdot x_1 \cdot x_1 - 268,9 \cdot x_1^2 \quad (1)$$

Факторы x_1 и x_2 в модели (1) представлены в кодированных величинах с учетом исследованных диапазонов процентных содержаний компонентов. Коэффициент детерминации модели составил $R^2 = 0,957$. График, отражающий зависимость динамической вязкости формовочных растворов от содержания компонентов, представлен на рисунке 2.

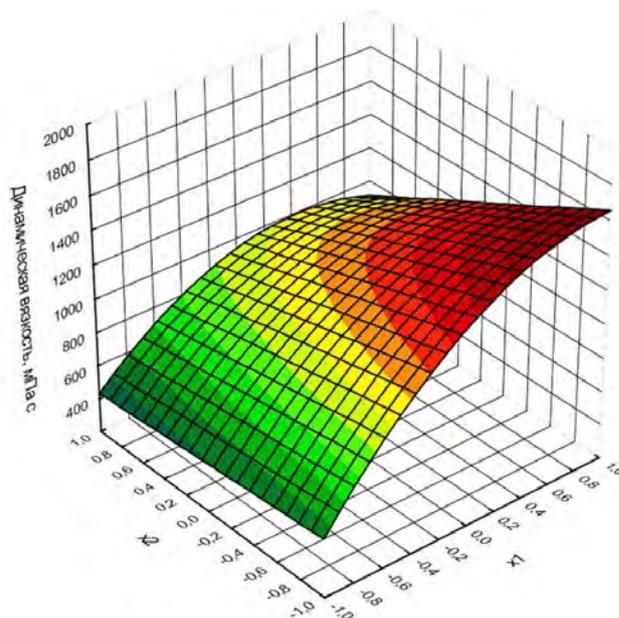


Рисунок 2 – Зависимость динамической вязкости раствора от входных факторов эксперимента

Анализ поверхности отклика показал, полученная модель (1) достаточно точно описывает выявленные тенденции, но не отражает повышение вязкости растворов при увеличении доли компонентов прядильных растворов, описанной выше и нашедшей свое отражение в рисунке 1. В результате статистической обработки результатов исследований удельной объемной

электропроводности в натуральных величинах была получена модель, описывающая влияние содержания ПВС x_1 в растворе данного полимера и раствора глицерина x_2 в формовочном растворе на данный показатель:

$$\eta = 324,500 + 41,000 \cdot x_1 - 131,234 \cdot x_2. \quad (2)$$

Коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,965$. График, отражающий зависимость динамической вязкости формовочных растворов от содержания компонентов, представлен на рисунке 3.

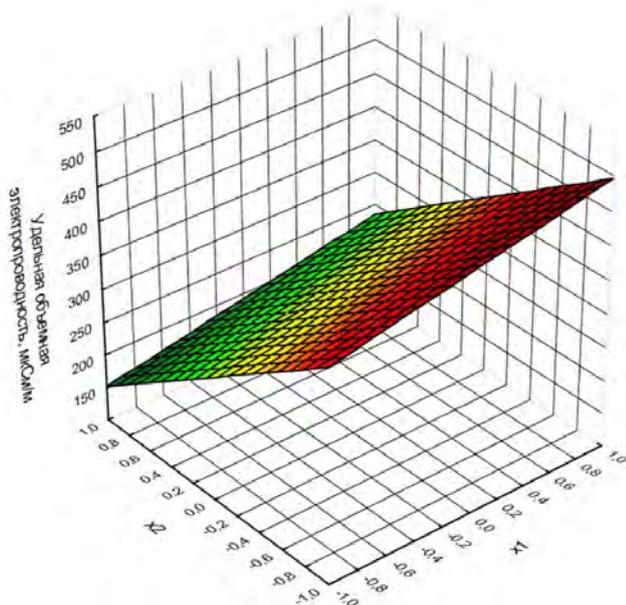


Рисунок 3 – Зависимость удельной объемной электропроводности раствора от входных факторов эксперимента

Анализ полученной зависимости показал, что с увеличением содержания ПВС в формовочном растворе электропроводность его повышается. Связано это с тем фактом, что дистиллированная вода, выступающая в данном случае растворителем, обладает крайне низкой электропроводностью. Добавление в неё веществ, обладающих значительной электропроводностью, повышает значения данного показателя для раствора. Как видно на рисунке 3, электропроводность раствора повышается пропорционально количеству добавленного в него ПВС. Поскольку глицерин является диэлектриком, влияние его на показатель удельной объемной электропроводности прядильных растворов противоположно: при увеличении концентрации глицерина в растворах электропроводность их пропорционально снижается.

Аналогично получена модель (3), описывающая влияние содержания ПВС x_1 в растворе данного поли-

мера и раствора глицерина x_2 в формовочном растворе на его плотность:

$$\rho = 1068,278 + 7,458 \cdot x_1 + 28,612 \cdot x_2. \quad (3)$$

Коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,905$. График, отражающий зависимость динамической вязкости формовочных растворов от содержания компонентов, представлен на рисунке 4.

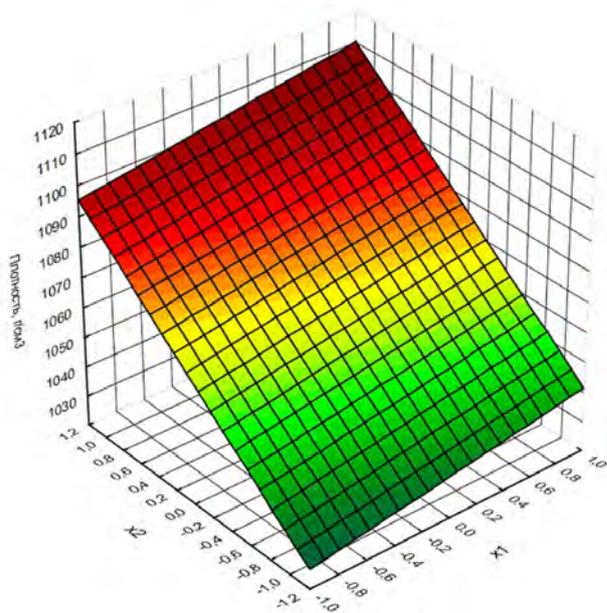


Рисунок 4 – Зависимость плотности раствора от входных факторов эксперимента

Анализ позволяет заключить, что увеличение содержания ПВС в исследуемом диапазоне незначительно влияет на плотность формовочных растворов, а концентрация глицерина в растворе существенно увеличивает плотность композиции, при этом наибольшим значениям данного показателя соответствуют наибольшие концентрации обоих компонентов.

Таким образом, свойства прядильных растворов полимеров значительно изменяются в зависимости от концентрации индивидуальных компонентов и их содержания в композиции. Полученные модели позволяют с достаточной точностью спрогнозировать значения основных параметров прядильных растворов для проведения электроформования нановолокнистых материалов, покрытий и структур и могут быть использованы для проведения инженерных расчетов при составлении композиций на основе ПВС и таргет-компонента глицерина. Окончательное решение об используемых для получения нановолокнистых материалов, покрытий и структур композиций прядильных растворов следует принимать после проведения электроформования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Venugopal, J., Ramakrishna, S. Applications of polymer nanofibers in biomedicine and biotechnology / J. Venugopal, S. Ramakrishna. – *Applied Biochemistry and Biotechnology* 125, 2005. – p. 147–157.
2. Fang, J., Wang, X., Lin, T. Functional applications of electrospun nanofibers – production, properties and functional applications / J.F ang, X. Wang, T. Lin. – *Intech*, 2011. – p. 287–326.
3. Gao, Z., Su, C., Wang, C., Zhang, Y., Wang, C., Yan, H., Hou, G. Antibacterial and hemostatic bilayered electrospun nanofibrous wound dressings based on quaternized silicone and quaternized chitosan for wound healing / Z. Gao, C. Su, C. Wang, Y. Zhang, C. Wang, H. Yan, G. Hou. – *European Polymer Journal* 159, 2021. – Art. 110733.
4. Pillai, M. M., Dandia, H., Checker, R., Rokade, S., Sharma, D., Tayalia, P. Novel combination of bioactive agents in bilayered dermal patches provides superior wound healing / M.M. Pillai, H. Dandia, R. Checker, S. Rokade, D. Sharma, P. Tayalia. – *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 2021. – Art. 102495.
5. Huang, C., Dong, J., Zhang, Y., Chai, S., Wang, X., Kang, S., Yu, D., Wang, P., Jiang, Q. Gold Nanoparticles-Loaded Polyvinylpyrrolidone/Ethylcellulose Coaxial Electrospun Nanofibers with Enhanced Osteogenic Capability for Bone Tissue Regeneration // *Materials & Design*. – 2021. – V. 212. – Art. 110240.
6. Jin, S., Gao, J., Yang, R., Yuan, C., Wang, R., Zou, Q., Zuo, Y., Zhu, M., Li, Y., Man, Y., Li, J. A baicalin-loaded coaxial nanofiber scaffold regulated inflammation and osteoclast differentiation for vascularized bone regeneration / S. Jin, J. Gao, R. Yang, C. Yuan, R. Wang, Q. Zou, Y. Zuo, M. Zhu, Y. Li, Y. Man, J. Li. – *Bioactive Materials* 8, 2022. – p. 559–572.
7. Hajikhani, M., Emam-Djomeh, Z., Askari, G. Fabrication and characterization of mucoadhesive bioplastic patch via coaxial polylactic acid (PLA) based electrospun nanofibers with antimicrobial and wound healing application / M. Hajikhani, Z. Emam-Djomeh, G. Askari. – *International Journal of Biological Macromolecules* 172, 2021. – p. 143–153.
8. Матвеев, А. Т., Афанасов, И. М. Получение нановолокон методом электроформования / А. Т. Матвеев, И. М. Афанасов. – Москва, 2010. – 83 с.
9. Bhardwaj, N., Kundu, S.C. Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique / N. Bhardwaj, S. C. Kundu. – *Biotechnology Advances* 28, 2010. – p. 325–347.
10. Li, Z., Wang, C. One-dimensional Nanostructures, Electrospinning technique and Unique Nanofibers / Z. Li, C. Wang. – New York: Springer, 2013. – 150 p.

REFERENCES

1. Venugopal, J., Ramakrishna, S. Applications of polymer nanofibers in biomedicine and biotechnology / J. Venugopal, S. Ramakrishna. – *Applied Biochemistry and Biotechnology* 125, 2005. – p. 147–157.
2. Fang, J., Wang, X., Lin, T. Functional applications of electrospun nanofibers – production, properties and functional applications / J.F ang, X. Wang, T. Lin. – *Intech*, 2011. – p. 287–326.
3. Gao, Z., Su, C., Wang, C., Zhang, Y., Wang, C., Yan, H., Hou, G. Antibacterial and hemostatic bilayered electrospun nanofibrous wound dressings based on quaternized silicone and quaternized chitosan for wound healing / Z. Gao, C. Su, C. Wang, Y. Zhang, C. Wang, H. Yan, G. Hou. – *European Polymer Journal* 159, 2021. – Art. 110733.
4. Pillai, M.M., Dandia, H., Checker, R., Rokade, S., Sharma, D., Tayalia, P. Novel combination of bioactive agents in bilayered dermal patches provides superior wound healing / M.M. Pillai, H. Dandia, R. Checker, S. Rokade, D. Sharma, P. Tayalia. – *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 2021. – Art. 102495.
5. Huang, C., Dong, J., Zhang, Y., Chai, S., Wang, X., Kang, S., Yu, D., Wang, P., Jiang, Q. Gold Nanoparticles-Loaded Polyvinylpyrrolidone/Ethylcellulose Coaxial Electrospun Nanofibers with Enhanced Osteogenic Capability for Bone Tissue Regeneration // *Materials & Design*. – 2021. – V. 212. – Art. 110240.
6. Jin, S., Gao, J., Yang, R., Yuan, C., Wang, R., Zou, Q., Zuo, Y., Zhu, M., Li, Y., Man, Y., Li, J. A baicalin-loaded coaxial nanofiber scaffold regulated inflammation and osteoclast differentiation for vascularized bone regeneration / S. Jin, J. Gao, R. Yang, C. Yuan, R. Wang, Q. Zou, Y. Zuo, M. Zhu, Y. Li, Y. Man, J. Li. – *Bioactive Materials* 8, 2022. – p. 559–572.
7. Hajikhani, M., Emam-Djomeh, Z., Askari, G. Fabrication and characterization of mucoadhesive bioplastic patch via coaxial polylactic acid (PLA) based electrospun nanofibers with antimicrobial and wound healing application / M. Hajikhani, Z. Emam-Djomeh, G. Askari. – *International Journal of Biological Macromolecules* 172, 2021. – p. 143–153.
8. Matveev, A. T., Afanasov, I. M. Preparation of nanofibers by electrospinning / A. T. Matveev, I. M. Afanasov. – Moscow, 2010. – 83 p.
9. Bhardwaj, N., Kundu, S.C. Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique / N. Bhardwaj, S. C. Kundu. – *Biotechnology Advances* 28, 2010. – p. 325–347.

10. Li, Z., Wang, C. One-dimensional Nanostructures, Electrospinning technique and Unique Nanofibers / Z. Li, C. Wang. – New York: Springer, 2013. – 150 p.

SPISOK LITERATURY

1. Venugopal, J., Ramakrishna, S. Applications of polymer nanofibers in biomedicine and biotechnology / J. Venugopal, S. Ramakrishna. – *Applied Biochemistry and Biotechnology* 125, 2005. – p. 147–157.

2. Fang, J., Wang, X., Lin, T. Functional applications of electrospun nanofibers – production, properties and functional applications / J.F ang, X. Wang, T. Lin. – Intech, 2011. – p. 287–326.

3. Gao, Z., Su, C., Wang, C., Zhang, Y., Wang, C., Yan, H., Hou, G. Antibacterial and hemostatic bilayered electrospun nanofibrous wound dressings based on quaternized silicone and quaternized chitosan for wound healing / Z. Gao, C. Su, C. Wang, Y. Zhang, C. Wang, H. Yan, G. Hou. – *European Polymer Journal* 159, 2021. – Art. 110733.

4. Pillai, M. M., Dandia, H., Checker, R., Rokade, S., Sharma, D., Tayalia, P. Novel combination of bioactive agents in bilayered dermal patches provides superior wound healing / M.M. Pillai, H. Dandia, R. Checker, S. Rokade, D. Sharma, P. Tayalia. – *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 2021. – Art. 102495.

5. Huang, C., Dong, J., Zhang, Y., Chai, S., Wang, X., Kang, S., Yu, D., Wang, P., Jiang, Q. Gold Nanoparticles-Loaded Polyvinylpyrrolidone/Ethylcellulose Coaxial Electrospun Nanofibers with Enhanced Osteogenic Capability for Bone Tissue Regeneration // *Materials & Design*. – 2021. – V. 212. – Art. 110240.

6. Jin, S., Gao, J., Yang, R., Yuan, C., Wang, R., Zou, Q., Zuo, Y., Zhu, M., Li, Y., Man, Y., Li, J. A baicalin-loaded coaxial nanofiber scaffold regulated inflammation and osteoclast differentiation for vascularized bone regeneration / S. Jin, J. Gao, R. Yang, C. Yuan, R. Wang, Q. Zou, Y. Zuo, M. Zhu, Y. Li, Y. Man, J. Li. – *Bioactive Materials* 8, 2022. – p. 559–572.

7. Hajikhani, M., Emam-Djomeh, Z., Askari, G. Fabrication and characterization of mucoadhesive bioplastic patch via coaxial polylactic acid (PLA) based electrospun nanofibers with antimicrobial and wound healing application / M. Hajikhani, Z. Emam-Djomeh, G. Askari. – *International Journal of Biological Macromolecules* 172, 2021. – p. 143–153.

8. Matveev, A. T., Afanasov, I. M. Polucheniye nanovolokon metodom elektroformovaniya / A. T. Matveyev, I. M. Afanasov. – Moskva, 2010. – 83 s.

9. Bhardwaj, N., Kundu, S.C. Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique / N. Bhardwaj, S. C. Kundu. – *Biotechnology Advances* 28, 2010. – p. 325–347.

10. Li, Z., Wang, C. One-dimensional Nanostructures, Electrospinning technique and Unique Nanofibers / Z. Li, C. Wang. – New York: Springer, 2013. – 150 p.

Статья поступила в редакцию 09.12.2022.

Оценка качества плит МДФ по показателям физико-механических свойств

И.М. Грошев^а, Б.С. Бабаев, А.Н. Радюк
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аgroshv.i@vitebskdrev.com

Аннотация. Качество готовой продукции зависит от правильности соблюдения различных требований, в том числе и требований технических нормативных правовых актов. В статье представлен анализ качества плит МДФ, выпускаемых ОАО «Витебскдрев» по показателям физико-механических свойств. Результатом анализа является соответствие плит нормируемым значениям и отвечающим требованиям технических условий, так как полученные для них значения величин Q_H и Q_B выше приемочной постоянной.

Ключевые слова: оценка качества, плиты МДФ, требования, показатели, статистические характеристики выборки.

Quality Assessment of MDF Boards by Physical and Mechanical Properties Indicators

I. Groshev^a, B. Babaev, A. Radiuk
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^agroshv.i@vitebskdrev.com

Annotation. The quality of finished products depends on the correctness of compliance with various requirements, including the requirements of technical normative legal acts. The article analyzes the quality of MDF boards produced by JSC «Vitebskdrev» by physical and mechanical properties. The result of the analysis is the conformity of the boards to the standardized values and meeting the requirements of technical specifications, as the values of Q_N and Q_V obtained for them are higher than the acceptance constant.

Key words: quality assessment, MDF boards, requirements, indicators, statistical characteristics of the sample.

Анализируя тенденции и темпы развития производства древесноволокнистых плит можно отметить, что за 2017–2021 гг. объем промышленного производства плит возрос со 169,3 до 252,7 млн усл. м², потребление плит древесноволокнистых внутри республики за 2017–2021 гг. возросло 5,5 % с 101061,0 до 106612,0 тыс. м² за 2017–2021 гг. характерен стабильный рост экспорта (с 82004 до 163675 тыс. м²) и устойчивый рост импорта (с 15147 до 19714 тыс. м²) плит древесноволокнистых [1]. Представленные данные наглядно показывают, что производство не стоит на месте и развивается, наибольший объем зафиксирован в 2021 году и обеспечивается благодаря производственным мощностям двух предприятий – ОАО «Витебскдрев» и ОАО «Борисовдрев».

Древесноволокнистые плиты выпускаются по 2 известным технологиям:

- сухого способа формования;
- мокрого способа формования.

Первые получили название МДФ, вторые – ДВП.

Объектом исследования в данной работе являются древесноволокнистые плиты (МДФ) сухого способа производства ОАО «Витебскдрев», предметом исследования – соответствие качества плит МДФ по показателям физико-механических свойств.

Как известно, качество выпускаемой продукции по праву можно отнести к важнейшим критериям деятельности любого предприятия. Именно повышение качества продукции определяет степень выживаемости фирмы в условиях рынка, темпы научно-технического прогресса, рост эффективности производства, экономии всех видов ресурсов, используемых на предприятии [2, 3].

В настоящее время во всем мире заметно усилились требования, предъявляемые потребителем к качеству продукции. Ужесточение требований сопровождается осознанной всеми необходимостью постоянного повышения качества, без чего невозможно достижение и поддержание эффективной экономической деятельности [4].

Большинство промышленных, торговых или государственных организаций производят продукцию или услуги в расчете на удовлетворение потребностей или требований потребителя. Эти требования обычно включаются в технические нормативно-правовые акты (далее ТНПА). В связи с этим целью данной работы является оценка качества древесноволокнистых плит (МДФ) сухого способа производства, выпускаемых ОАО «Витебскдрев», требованиям ТНПА.

Государственный стандарт на древесноволокнистые плиты сухого способа формования отечественного производства отсутствует, в Республике Беларусь действует межгосударственный стандарт ГОСТ 32274-2021 «Плиты древесно-волоконные сухого способа производства. Технические условия». Основными требованиями к плитам МДФ, согласно ГОСТу 32274-2021, являются следующие[5]:

- плотностью 600–830 кг/м³;
- отклонение от перпендикулярности кромок плит – не более 2 мм на 1 м длины кромок;
- перпендикулярность кромок определяется разностью длин диагоналей пласти, которая не должна составлять более 0,2 % длины плиты;
- отклонение от прямолинейности кромок – не более 1,5 мм на 1 м длины кромок;
- предельное отклонение плотности ± 7 % как в пределах 1 плиты, так и партии плит;
- влажность от 2 до 9 %.

На территории ЕС применительно к древесноволокнистым плитам действует EN 622 в 5 частях. Общие требования к древесноволокнистым плитам изложены в EN 622-1; требования к твёрдым (НВ) – EN 622-2; полутвёрдым (МВ) – EN 622-3; к пористым или мягким (SB) – EN 622-4; к плитам, изготовленным по сухому способу (MDF) – EN 622-5; для плит, применяемых в строительстве – EN 13986; для плит, облицованных меламиновыми пленками, применяемыми внутри помещений – EN 14322. Части 2–5 EN 622 возведены в статус национальных стандартов республики Беларусь [6, 7].

Стандарты на методы проведения испытаний для плит, обрабатываемых на территории ЕС, позволяют оценить соответствие технических требований вышеназванным стандартам и ограничить отклонения от: прямолинейности и перпендикулярности кромок (EN 324-2), плотности (EN 323), номинальных размеров (EN 324-1), влажности (EN 322), содержания формальдегида в плите и выделения его в воздух (ISO 12460 по методу экстрагирования, EN 717-1 – по камерному методу, EN 717-2 – по методу газового анализа), набухания по толщине (EN 317), прочности на поперечное растяжение (внутренняя связь) и при растяжении перпендикулярно плоскостям плиты (EN 319), модуля упругости при изгибе (EN 310), влагостойкости при циклических испытаниях и испытаниях кипячением (EN 321 и 1087-1).

Для установления названных показателей проводят испытания образцов, отобранных и подготовленных в соответствии с EN 312, 326-1, 326-2, 326-3 [6, 7].

На сегодняшний день деревообрабатывающие предприятия Республики Беларусь производят плиты МДФ в соответствии с утвержденными техническими условиями. ОАО «Витебскдрев» выпускает плиты по техническим условиям ТУ ВУ 300187428.005-2022 «Плиты древесноволокнистые сухого способа производства. Технические условия», которые распространяются на плиты древесноволокнистые сухого способа производства, средней и высокой плотности и предназначенные для использования в мебельных, строительных конструкциях и в других изделиях, используемых в сухих зонах.

Оценка качества плит МДФ на ОАО «Витебскдрев» проводится в соответствии с требованиями нормативной базы на соответствие требованиям как внутри страны, так и на соответствие и выполнение требований стандартов ЕС. На первом этапе проводился анализ требований, был обоснован перечень показателей, определяемых при оценке качества плит древесноволокнистых (МДФ) сухого метода производства и представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень показателей, определяемых при оценке качества плит древесноволокнистых (МДФ) сухого метода производства

Показатель	Обозначение ТНПА, устанавливающих требования, № пункта	Требование	ТНПА на метод
1	2	3	4
Качество поверхности: внешний вид. Дефекты внешнего вида	ТУ ВУ 300187428.005-2022, п. 1.2.11	–	ТУ ВУ 300187428.005-2022
Линейные размеры (отклонения от номинальных размеров), мм	EN 622-1:2003, п. 4, 4.1.2	Таблица 4 настоящей статьи	ГОСТ 27680-88
Плотность, кг/м ³	СТБ EN 622-5-2009, п. 4.2.1	650–900	ГОСТ 19592-80
Влажность, %	СТБ EN 622-5-2009, п. 4.2.1	4–11	ГОСТ 19592-80
Шероховатость поверхности, мкм	СТБ EN 622-5-2009, п. 4.2.1	16–32	ГОСТ 15612-2013

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Разбухание по толщине за 24 ч, %	СТБ EN 622-5-2009, п. 4.2.1	Не более 12	ГОСТ 19592-80
Прочность на поперечное растяжение, МПа	СТБ EN 622-5-2009, п. 4.2.1	Не менее 0,55	ГОСТ 26988-86
Прочность на изгиб, МПа	ГОСТ 19592-80, п. 4.4	Не менее 20	ГОСТ 19592-80
Содержание формальдегида, мг на 100 г абсолютно сухой плиты	СТБ EN 622-5-2009, п. 4.2.1	Е0,5: до 4,0 включ. Е1: св. 4,0 до 8,0 включ. Е2: св.8,0 до 30 включ.	ГОСТ 27678-2014

Для проверки соответствия плиты требованиям ТУ ВУ 300187428.005-2022 предприятие проводит приемосдаточные испытания. Качество плит в партии проверяют выборочным контролем. Плотность, влажность, разбухание по толщине и предел прочности при изгибе определяют по ГОСТу 19592, а предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты – по ГОСТу 26988.

Для оценки качества плит по каждому из физико-механических показателей вычисляют следующие величины.

1. Среднее по каждой плите выборки (x_i) и среднее для выборки (\bar{x}) по формулам (1) и (2).

$$x_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{ij}, \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2)$$

где m – число образцов, отбираемых от каждой плиты; x_{ij} – значение показателя j -го образца i -й плиты выборки из n плит; n – число плит выборки.

2. Нижняя (Q_H) и верхняя (Q_B) границы контролируемых показателей рассчитываются по формулам 3 и 4.

$$Q_H = \frac{\bar{x} - T_H}{S}, \quad (3)$$

$$Q_B = \frac{T_B - \bar{x}}{S}, \quad (4)$$

где T_H и T_B – соответственно нижний и верхний пределы показателей физико-механических свойств плит; S – среднее квадратическое отклонение.

Среднее квадратическое отклонение рассчитывают по формуле (5).

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (5)$$

Исследуемую партию плит считают соответствующей требованиям технических условий и принимают, если значения величин Q_H и Q_B для каждого физико-механического показателя равны или больше приемочной постоянной (K_S).

Статистический анализ был выполнен для плит толщиной 16 мм. От партии объемом 1000 шт было взято 3 плиты. Из каждой плиты в соответствии с картами раскроя получено по восемь образцов. Средние показатели свойств каждой плиты и статистические характеристики выборки представлены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 2 – Физико-механические свойства плит МДФ

Показатели свойств плиты								
№ плиты	Значения							
1	2							
<i>Плотность, кг/м³ (!650–900)</i>								
1-ая	780	780	770	770	780	780	780	770
2-ая	770	780	780	780	770	780	770	780
3-ая	780	780	780	770	780	770	780	770
<i>Влажность, % (! 4–11)</i>								
1-ая	4,5		4,6		4,6		4,6	
2-ая	4,6		4,5		4,5		4,7	
3-ая	4,7		4,5		4,5		4,5	

Окончание таблицы 2

1	2							
<i>Разбухание по толщине за 24 ч, % (! не более 12)</i>								
1-ая	10,7	10,5	10	10,3	10,8	11,1	11,2	10,8
2-ая	10,1	10	10	9,8	9,8	9,6	10,2	10,6
3-ая	10,5	9,9	9,7	9,7	10	10,1	10,3	10,1
<i>Предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти плиты, МПа (! не менее 0,55)</i>								
1-ая	0,62	0,64	0,58	0,63	0,65	0,69	0,7	0,64
2-ая	0,72	0,71	0,66	0,67	0,65	0,59	0,57	0,55
3-ая	0,61	0,58	0,63	0,59	0,71	0,67	0,68	0,7
<i>Предел прочности при статическом изгибе, МПа (! не менее 20)</i>								
1-ая	34,4	37,5	35,8	38,1	40	39,5	37,8	39,2
2-ая	33,8	37,2	35,5	34,9	34,7	40,6	38,8	39,2
3-ая	39,4	37,4	36,3	37,1	38,7	38	36,8	40,3

Таблица 3 – Статистические характеристики выборки

Статистические характеристики выборки							
№ плиты	x_i	\bar{x}	d	S	$V, \%$	Q_H	Q_B
<i>Плотность, кг/м³ (!650–900)</i>							
1-ая	776*	776*	0	0	0	–	–
2-ая	776*						
3-ая	776*						
<i>Влажность, % (! 4–11)</i>							
1-ая	4,6*	4,6	0,0002	0,014	0,32	42,86	457,14
2-ая	4,6*						
3-ая	4,6						
<i>Разбухание по толщине за 24 ч, % (! не более 12)</i>							
1-ая	10,7	10,2	0,14	0,38	3,67	–	4,74
2-ая	10,0						
3-ая	10,0						
<i>Предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти плиты, МПа (! не менее 0,55)</i>							
1-ая	0,64	0,64	$0,99 \cdot 10^{-5}$	0,003	0,49	30,00	–
2-ая	0,64						
3-ая	0,65						
<i>Предел прочности при статическом изгибе, МПа (! не менее 20)</i>							
1-ая	37,8	37,5	0,38	0,62	1,65	28,23	–
2-ая	36,8						
3-ая	38,0						

* – одинаковые значения

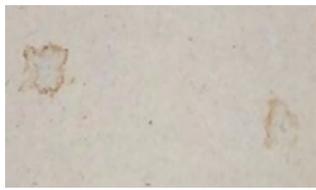
Сравнительный анализ по размерам, прямолинейности, прямоугольности, шероховатости плит МДФ представлен в таблице 4.

Оценка качества поверхности плит МДФ представлена в таблице 5.

Таблица 4 – Параметры плит МДФ

Наименование показателя	Норма	\bar{x}
Шероховатость поверхности, R_m , мкм	16–32	19,3
Ширина, предельные отклонения, мм	$\pm 5,0$	-1
Длина, предельные отклонения, мм	$\pm 3,0$	-0,5
Толщина, предельные отклонения, мм	$\pm 0,2$	-0,05
Прямолинейность кромок, мм	не более 1,5	0,7
Перпендикулярность кромок, мм	не более 0,2 % длины плиты, то есть 4,88	1,63

Таблица 5 – Качество поверхности плит

Наименование дефекта	Определение	Фото	Количество	Сорт
Пятно на пласти от связующего	Пятно на пласти плиты от повышенного содержания связующего		2	I сорт
Полосы и пятна производственного характера	Дефект в виде ограниченного участка на пласти плиты, выделяющегося по цвету		2	
Разнооттеночность	Дефект в виде незначительного изменения цвета лицевой пласти плиты с размытыми контурами		2	

Анализ таблиц 2–5 позволяет сделать следующие выводы:

- плиты отвечают требованиям по размерам, прямолинейности, прямоугольности, шероховатости, так как не имеют отклонений от нормируемых значений;
- плиты соответствуют требованиям по качеству поверхности и относятся к I сорту;
- значения величин среднего арифметического показателя прочности на изгиб, прочности на поперечное растяжении, плотности превышают нор-

мируемые значения;

- показатели разбухания толщины за 24 часа ниже нормируемых значений влажности находятся в заданном интервале нормируемых величин.

Анализ таблиц 2–3 также показывает, что плиты обладают стабильными свойствами, отвечающими требованиям технических условий.

Для исследуемого объема партии приемочная постоянная $K_s = 0,96$. Значения величин Q_H и Q_B , представленные в таблице 3, выше приемочной постоянной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Балансы товарных ресурсов Республики Беларусь. Статистический сборник [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/1c2/60efc3xfmbeokk3cvb9nnw19wn3nqzsz.pdf>. – Дата доступа: 15.04.2023.
- 2 Гужин, А. А. Повышение качества продукции, как решающее условие ее конкурентоспособности / А. А. Гужин, В. Г. Ежкова // Инновации и инвестиции. – Москва : ООО «Русайнс», 2016. – №10.

- 3 Хисамова, Э. Д. Обеспечение качества продукции: учебник / Э. Д. Хисамова, Э. Э. Зайнутдинова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 170 с.
- 4 Еленкова, М. О. Качество продукции и его оценка / М. О. Еленкова // Культура народов Причерноморья. – 2007. – № 105. – С. 20–21.
- 5 ГОСТ 32274-2021. Плиты древесноволокнистые сухого способа производства. Технические условия [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ 32274-2013; введ. 01.10.2022 // ИПС «Стандарт». – Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=662728>. – Дата доступа: 04.04.2023.
- 6 Божелко, И. К. Технология деревообработки: учеб. метод. пособие / И. К. Божелко, А. А. Янушкевич, Е. В. Дубоделова. – Минск.: БГТУ, 2019. – 199 с.
- 7 Грошев, И. М. Особенности приемочного контроля древесных плит с использованием европейских стандартов / И. М. Грошев [и др.] // Древесные плиты и фанера: теория и практика : сборник материалов XXIV Всероссийской научно-практической конференции, 17–18 марта, 2021 г. – 2021. – С. 19–22.

REFERENCES

- 1 Balances of commodity resources of the Republic of Belarus. Statistical collection [Electronic resource]. – 2022.– Access mode: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/1c2/60efc3xfmbeokk3cvb9nnw19wn3nqzsz.pdf>. – Date of access: 15.04.2023.
- 2 Guzhin, A. A. Improving the quality of products as a crucial condition for its competitiveness / A. A. Guzhin, V. G. Ezhkova // Innovations and Investments. – Moscow : Rusains Ltd., 2016. – № 10.
- 3 Khisamova, E. D. Ensuring product quality: textbook / E. D. Khisamova, E. E. Zainutdinova. – Kazan: Izd-e-vo Kazan. un-ta, 2018. – 170 с.
- 4 Elenkova, M. O. Product quality and its assessment / M. O. Elenkova // Culture of the peoples of the Black Sea region. – 2007. – № 105. – С. 20–21.
- 5 GOST 32274-2021. Wood fiberboards of dry production method. Technical conditions. [Electronic resource]. – In replacement of GOST 32274-2013; vved. 01.10.2022 // IPS "Standard". – Access mode: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=662728>. – Date of access: 04.04.2023.
- 6 Bozhelko, I. K. Technology of woodworking: textbook / I. K. Bozhelko, A. A. Yanushkevich, E. V. Dubodelova. – Minsk: BSTU, 2019. – 199 с.
- 7 Features of acceptance control of wood boards using European standards / I. M. Groshev [et al] // Wood boards and plywood: theory and practice : proceedings of the XXIV All-Russian Scientific and Practical Conference, March 17–18, 2021 – 2021. – С. 19–22.

SPISOK LITERATURY

- 1 Balansy tovarnyh resursov Respubliki Belarus'. Statisticheskij sbornik [Jelektronnyj resurs]. – 2022. – Rezhim dostupa: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/1c2/60efc3xfmbeokk3cvb9nnw19wn3nqzsz.pdf>. – Data dostupa: 15.04.2023.
- 2 Guzhin, A. A., Ezhkova, V. G. Povyshenie kachestva produkcii, kak reshajushhee uslovie ee konkurentosposobnosti / A. A. Guzhin, V. G. Ezhkova // Innovacii i investicii. – Moskva : OOO «Rusajns», 2016. – №10.
- 3 Hisamova, Je.D. Obespechenie kachestva produkcii: uchebnik / Je.D. Hisamova, Je.Je. Zajnutdinova. – Kazan': Izd-vo Kazan. un-ta, 2018. – 170 s.
- 4 Kachestvo produkcii i ego ocenka / M. O. Elenkova // Kul'tura narodov Prichernomor'ja. – 2007. – № 105. – S. 20–21.
- 5 GOST 32274-2021. Plity drevesnovoloknistye suhogo sposoba proizvodstva. Tehnicheskie uslovija. [Jelektronnyj resurs]. – Vzamen GOST 32274-2013; vved. 01.10.2022 // IPS «Standart». – Rezhim dostupa: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=662728>. – Data dostupa: 04.04.2023.
- 6 Bozhelko, I. K. Tehnologija derevoobrabotki: ucheb.-metod. posobie / I. K. Bozhelko, A. A. Janushkevich, E. V. Dubodelova. – Minsk.: BGTU, 2019. – 199 s.
- 7 Groshev, I. M. Osobennosti priemochnogo kontrolja drevesnyh plit s ispol'zovaniem evropejskih standartov / I. M. Groshev [i dr.] // Drevesnye plity i fanera: teorija i praktika : sbornik materialov XXIV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 17–18 marta, 2021 g. – 2021. – S. 19–22.

Статья поступила в редакцию 15.04.2023.

Устройство для исследования на прочность изделий, изготовленных по аддитивным технологиям

А.С. Ковчур^а, Е.И. Марушко, А.О. Щербатый, Т.В. Михнов
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аaskovch@tut.by

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблематика исследования изделий, полученных методами аддитивного синтеза. Описан процесс проектирования и топологической оптимизации конструкции лабораторной установки для проведения испытаний на разрыв образцов, полученных методом аддитивного синтеза (FDM технология) с помощью современного комплексного облачного CAD/CAE/CAM инструмента Autodesk Fusion 360. Представлены технологическое оборудование, материалы для производства набора заготовок для проведения испытаний на растяжение, а также материалы для изготовления лабораторного стенда. Проанализированы и выбраны технологические параметры изготовленных заготовок. Представлена методика проведения экспериментов испытаний на разрыв с использованием уже изготовленного лабораторного стенда. Приведены и проанализированы результаты испытаний образцов. По результатам экспериментальных исследований сделаны выводы и даны рекомендации по проведению дальнейших исследований в данном направлении.

Ключевые слова: испытания на растяжение, аддитивные технологии, лабораторный стенд, прочность, материалы аддитивного синтеза.

Device for Studying the Strength of Products Manufactured by Additive Technologies

A. Kauchur^а, Y. Marushka, A. Shcherbatyi, T. Mihnov
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^аaskovch@tut.by

Annotation. This article discusses the problems of conducting research on products obtained by additive synthesis methods. The process of designing and topological optimization of the design of a laboratory setup for tensile testing of samples obtained by additive synthesis (FDM technology) using the modern integrated cloud-based CAD/CAE/CAM tool Autodesk Fusion 360 is described. Technological equipment, materials for the production of a set of blanks for tensile testing, as well as materials for the manufacture of a laboratory stand are presented. The technological parameters of the manufactured blanks are analyzed and selected. A technique for conducting tensile test experiments using the created laboratory bench is presented. The results of testing samples are presented and analyzed. Based on the results of experimental studies, conclusions are drawn and recommendations for further research are proposed.

Keywords: tensile testing, additive technologies, laboratory bench, strength, additive synthesis materials.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития производства постепенно отпадает необходимость в большом количестве деталей одного типа. Сокращаются объемы партий, увеличивается их разнообразие, меняется геометрия, размеры, материалы. Традиционные методы производства не выдерживают столь высоких темпов смены номенклатуры изделий. Решить возникшие проблемы можно использованием технологий аддитивного производства.

В условиях рыночной экономики с большим количеством малых предприятий с разнообразным парком

оборудования часто возникает проблема мелкосрочного ремонта деталей с изготовлением деталей по аддитивным технологиям. Поэтому проведение на недорогом оборудовании испытаний механических свойств материалов из изделий, полученных по аддитивным технологиям является актуальной задачей. При этом применяются программные средства ЭВМ для моделирования основных технологических процессов аддитивных технологий, осуществляется их оптимизация по результатам моделирования.

Несмотря, на большие имитационно-моделирующие возможности современных цифровых методик

обучения при изучении дисциплин материаловедческого характера, направление личностного визуально-тактильного участия обучающихся при выполнении лабораторных и практических работ играет значительную роль в корректном восприятии учебного материала, особенно в таких фундаментальных дисциплинах, как «Материалы аддитивного синтеза» и «Механика материалов аддитивного синтеза». Это реальное осуществление практикоориентированных методик в системе образования, с учетом современного подхода в изучении материалов, применяемых в аддитивных технологиях, их компонентов, технологии получения, структуре и свойствах, в рамках принятой в материаловедении и смежных дисциплинах последовательности: состав – структура – свойства – области применения.

На данный момент широко используются различные технологии аддитивного производства.

Пожалуй, одной из наиболее доступных аддитивных технологий является технология FDM – Fused Deposition Modeling (моделирование методом послойного наплавления). Следует отметить, что термин Fused Deposition Modeling (FDM) и собственно технология являются запатентованными компанией Stratasys. В настоящее время для обхода юридических ограничений разработан аналогичный термин Fused Filament Fabrication (FFF) (производство наплавлением нитей). Соответственно, термины FDM и FFF равнозначны по смыслу и назначению.

Технология моделирования послойным наплавлением (FDM) относится к группе аддитивных технологий на базе экструзионных систем. Сущность изготовления изделий технологией FDM (Fused Deposition Modeling, моделирование методом послойного наплавления) [1] заключается в том, что подающийся материал в виде полимерной нити расплавляется в разогретом сопле-экструдере, движениями которого непосредственно управляет программное обеспечение автома-

тической системы управления устройством. Изделие формируется последовательным нанесением слоев материала, соответствующих форме сечений будущего изделия (рис. 1 а). Поскольку материал нагревается до температуры лишь на 1°C превышающей температуру плавления, он становится твердым практически сразу после экструзии, соединяясь с предыдущими слоями (рис. 1 б).

Для изготовления изделий сложной формы для нависающих частей изделий с углом наклона больше критического создаются специальные поддерживающие структуры (поддержки). При этом в зависимости от конструкции установок поддержки могут формироваться из основного материала изделия (системы с одним экструдером) или из другого материала, как правило, легче отделяемого от изделия (системы с двумя экструдерами или системы со смешивающим экструдером).

В качестве материала при изготовлении объектов методом послойного наплавления чаще всего используются акрилонитрилбутадиенстирол (ABS) и его разновидности, полифенилсульфон (PPSF), полилактид (PLA), нейлон, полиэтилен, различные flex-материалы и композиты.

Основными преимуществами FDM является большой выбор материалов и хорошие физико-механические свойства конечных изделий, изготовленных с использованием этой технологии. Применимость этого процесса ограничивается более низкими механическими свойствами и худшим качеством поверхности конечного продукта по сравнению с деталями, изготовленными традиционными способами. [1].

Существенным отличием изделий, изготовленных технологией послойного наплавления, является то, что они имеют явно выраженную слоистую структуру, в большинстве случаев для ускорения процесса изготовления и экономии материала, имеют внутренние

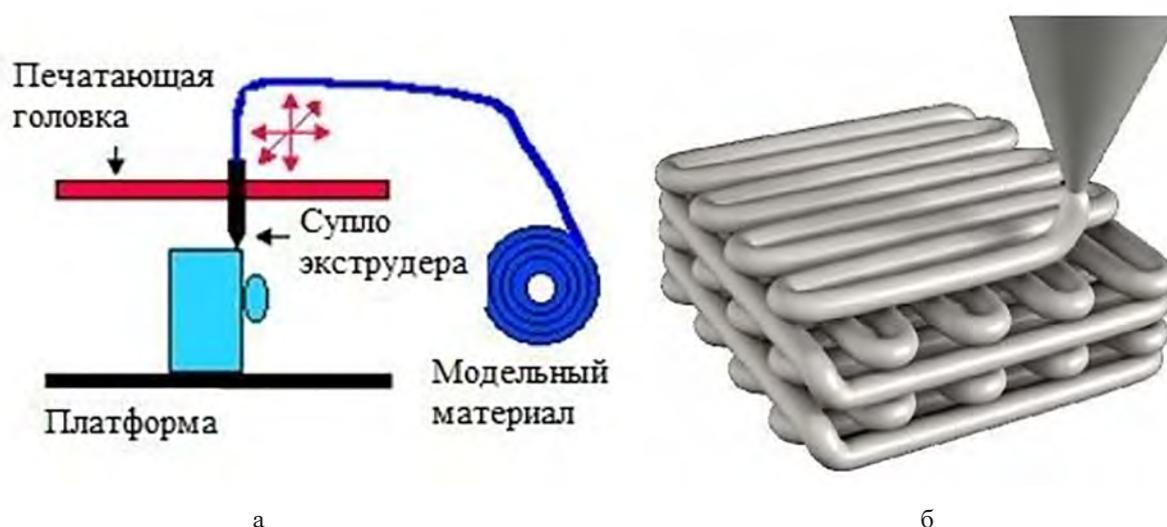


Рисунок 1 – Сущность изготовления объектов моделированием методом послойного наплавления: а – принципиальная схема установки; б – схема формирования слоев изделия

пустоты и отличаются анизотропностью физико-механических свойств. Такие изделия сильно отличаются по свойствам от монолитных изделий, полученных с помощью традиционных субтрактивных технологий.

Также необходимо отметить, что до настоящего времени на территории Республики Беларусь и Российской Федерации отсутствуют стандарты на материалы, методы испытаний и изделия, полученные методами аддитивного производства. Результаты таких исследований зачастую не имеют общей базы, часто являются закрытыми или представлены в виде работ энтузиастов.

Физико-механические характеристики изделий зависят не только от применяемых материалов и применяемой технологии, но и от параметров построения модели: плотности заполнения, структуры заполнения, высоты слоя и других.

Испытание на растяжение является самым распространенным испытанием в дисциплинах материаловедческого характера, которое также требует специальных разрывных стенов (машин). Однако данные установки имеют высокую стоимость и требуют изготовления специальных образцов. В связи с этим возникла необходимость в более доступной по стоимости установке, которая позволяет выполнять те же задачи.

Изделия, полученные по аддитивным технологиям, имеют неоднородную структуру и анизотропные свойства, а следовательно, методы исследований, предназначенные для исследования образцов, полученных традиционными способами (литье, прессование, экструзия), к ним неприменимы.

Целью данной работы является проектирование и оптимизация конструкции лабораторного стенда отличающегося простотой и оригинальностью конструкции, локальной мобильностью с последующим изготовлением из недорогих и доступных материалов для выполнения на лабораторных и практических занятиях исследований по растяжению не литых изделий, а именно полученных методами аддитивных технологий.

Основные задачи, которые приходится решать в ходе разработки такой установки: простота сборки, сохранение достаточных прочностных характеристик при невысокой стоимости, простота в эксплуатации и возможность проведения исследований ориентируясь на существующие ГОСТы.

С целью решения всех вышеперечисленных задач было принято решение, с использованием современных CAD, CAE спроектировать и рассчитать элементы стенда; для оптимизации конструкции изготовить большинство элементов установки при помощи аддитивных технологий, применительно к изделиям, полученным по этим технологиям. В виду того, что отсутствуют стандартизированные методики проведения испытаний, изделий, полученных методами аддитивного синтеза, будут применяться адаптированные существующие стандартизированные методики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проектирования лабораторного стенда использовались методы автоматизированного проектирования и средства топологической оптимизации.

В качестве универсального программного обеспечения была выбрана система Autodesk Fusion 360.

Autodesk Fusion 360 – это комплексный облачный CAD-/CAE-/CAM-инструмент, где объединены все процессы разработки проекта в рамки одного программного продукта. В данном программном продукте можно создавать дизайн своей идеи, проводить расчеты конструкции, готовить модели проекта к производству и при взаимодействии с коллегами в пределах одной платформы.

Система Autodesk Fusion 360 обладает целым рядом возможностей и достоинств. Одной из интересных особенностей программы Fusion 360 является достаточная простота твердотельного моделирования, а добавление временной шкалы придает гибкости в работе над проектами. Использование параметрических размеров при определении эскизов, позволяет связать геометрические характеристики элементов с определенной функцией. Ошибки и слабые места будущего проекта выявляются и исправляются еще на стадии проектирования с помощью инструментов инженерного анализа. Сборка деталей в узле может производиться непосредственно в среде моделирования. Непосредственно в программе можно провести необходимую подготовку модели для аддитивного производства, а на выходе создать всю конструкторскую документацию.

Идея по созданию стенда для разрыва заготовок из пластика полученных аддитивными технологиями появилась в связи с необходимостью исследования прочностных характеристик материалов аддитивного синтеза. Так как приобретение промышленного исследовательского стенда вызывает большие экономические издержки, была поставлена задача для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий», разработать конструкцию лабораторной установки с теми же функциями, но с меньшими экономическими затратами.

Из материалов, применяемых в FDM-технологии в нашей стране, наиболее распространены полимерные материалы. В виду невысокой стоимости, простоты в печати был выбран материал полилактид или PLA-пластик, который обладает достаточными прочностными свойствами. Первоначальный проект лабораторного стенда представлен на рисунке 2.

Как можно заметить все детали стенда излишне массивные, что вызывает множество издержек при изготовлении стенда с применением аддитивных технологий, а именно затраты материала и увеличение времени печати. В виду этого была проведена оптимизация конструкции элементов установки. Оптимизация заключается в коррекции геометрии модели, а точнее в удалении слоев материала в ненагруженных элементах с последующим изготовлением в материале.

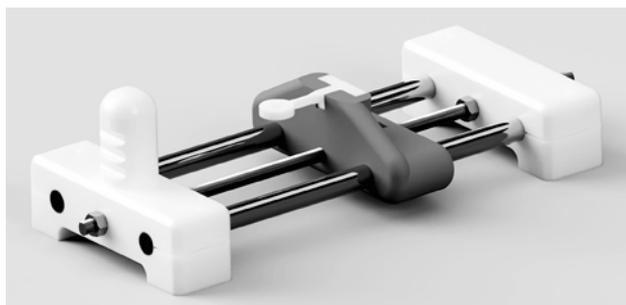


Рисунок 2 – Фотореалистичное изображение 3D-модели станда

Топологическая оптимизация – это комплексный метод оптимизации конструкции, позволяющий рассчитать наилучшее распределение материала в заданной области для заданных нагрузок и граничных условий. Применение топологической оптимизации на этапе проектирования помогает найти вариант

дизайна конструкции с наиболее рациональным распределением материала и пустот в объёме, таким образом заметно снизить его массу. [2] Алгоритм топологической оптимизации производит наилучшее распределение материала в пределах заданной цели и системы ограничений. Он берёт цельный объем материала произвольной формы и постепенно удаляет его часть, при этом минимизируя или максимизируя такие целевые параметры, как масса, податливость или перемещение, и обеспечивая одновременное соответствие заданным требованиям качества и удовлетворения системы ограничений на максимальные допускаемые напряжения или перемещения. При использовании такого подхода и будет решиться задача по снижению массы испытательного станда и, соответственно, времени печати с условием того, чтобы конструкция не заходила в опасный диапазон по собственным частотам.

С целью корректной оптимизации был проведен анализ наиболее нагруженных элементов станда (рис. 3–4).

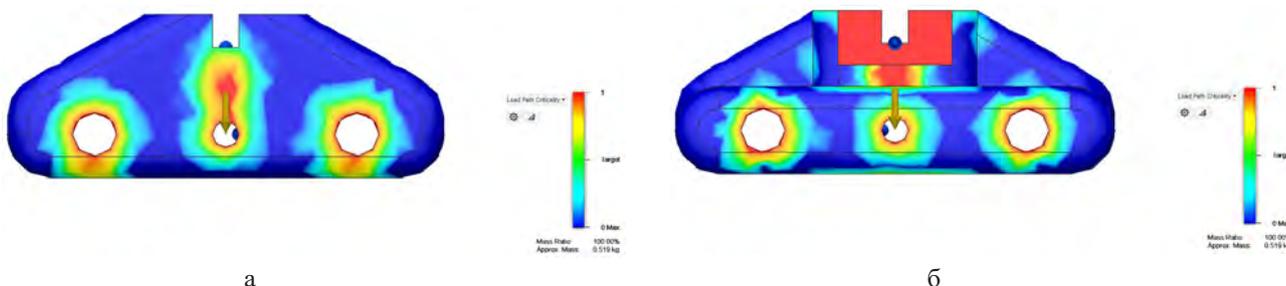


Рисунок 3 – Пример анализа детали каретки: а – вид спереди, стрелкой указана область контакта каретки с осью; б – вид сзади, стрелкой указана область контакта каретки с осью; точкой указана плоскость, к которой прикладывается усилие

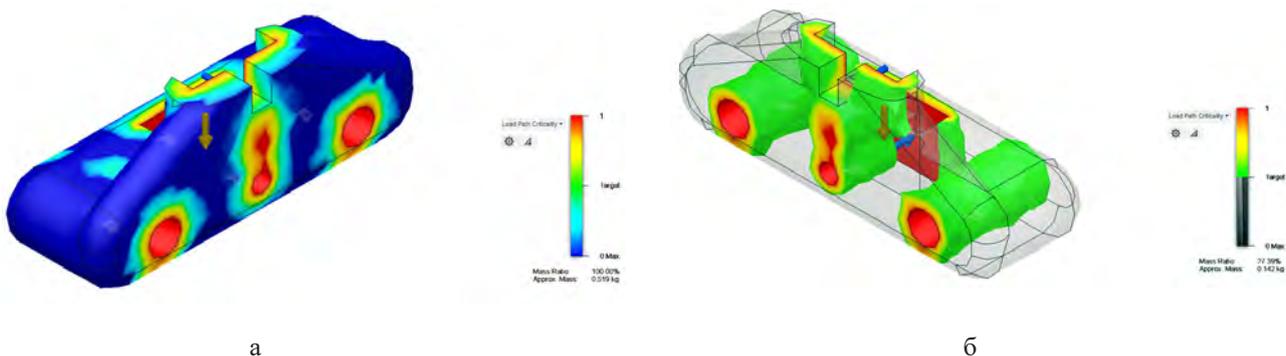
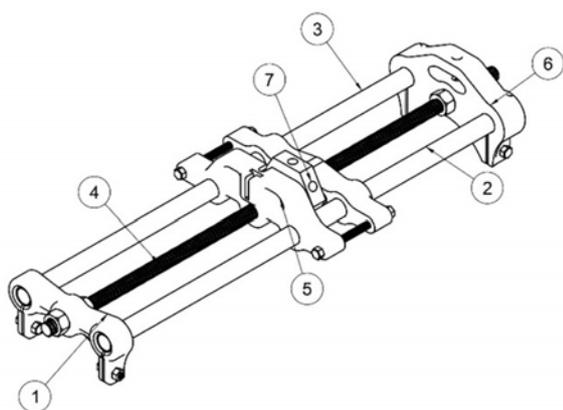


Рисунок 4 – Пример анализа детали «каретка»: а – изометрия с представлением нагруженных элементов; б – изометрия скрытой части, которая не подвергается нагрузкам

После завершения анализа каретки наглядно можно увидеть, какие области нуждаются в удалении лишнего материала (темный цвет – области без нагрузки), при условии, что конструкция не теряет параметров прочности.

В результате проведенной топологической оптимизации конструкции станда, получен оптимизированный вариант, конструкция которого представлена на рисунке 5.



1 – стойка; 2, 3 – направляющие; 4 – шпилька;
5 – каретка; 6 – стойка с креплением под измерительный прибор; 7 – колесо с вставленной гайкой

Рисунок 5 – Конструкция стэнда после топологической оптимизации деталей

Рассмотрим устройство и принцип работы лабораторного стэнда. В качестве измерительного прибора применяются электронные весы, так как они наиболее недорогой и доступный измерительный прибор. Шпилька 4 выполнена из конструкционной стали. В качестве направляющих 2, 3 применяются трубы из конструкционной стали.

Принцип работы стэнда заключается в следующем – исследуемая заготовка, спроектированная для испытаний в соответствии с требованиями ГОСТа 11262 [3], закрепляется одним концом в подвижной каретке 5, а вторым концом – с помощью отверстия к измерительному прибору, который в свою очередь крепится к стойке 6. Путем вращения колеса 7 каретка 5 перемещается, тем самым растягивая заготовку, вплоть до её разрыва. Условия проведения испытаний – согласно ГОСТу 11262, а именно скорость перемещения (п. 5.1.1) соблюдается за счет непрерывного поворота колеса.

Образец по форме и размерам соответствует образцу типа 1 по ГОСТу 11262 с некоторыми дополнениями. Дополнениями являются отверстие и площадка для крепления образца в каретку установки. Эскиз образца приведен на рисунке 6.

После изготовления установки были проведены испытания на растяжение заготовок, изготовленных методами аддитивного производства.

Суть постановочного эксперимента заключается в следующем: методом FDM-печати были изготовлены образцы, в количестве 8 штук, из PLA-пластика. При выставлении технологических параметров заготовки был изменен параметр высоты слоя печати, остальные параметры были постоянными или незначительно изменялись (такие как высота первого слоя и скорости перемещения с целью сохранения качества печати). Далее на лабораторной установке с заготовленными образцами были проведены испытания на разрыв.

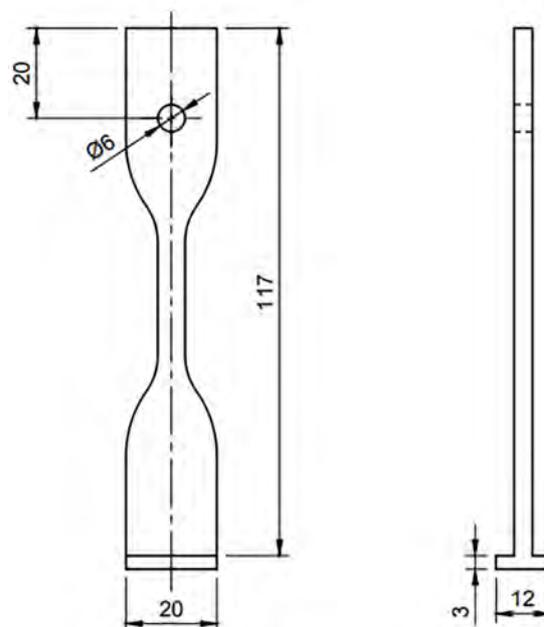


Рисунок 6 – Эскиз образца

По результатам этих испытаний были проведены расчеты и разработан материал для системы Solid Works.

PLA-пластик (полилактид химическая формула $(C_3H_4O_2)_n$) – термопластичный, алифатический, биосовместимый, полиэфир, мономером которого является молочная кислота. Отличительной особенностью является способность к биоразложению. Изготавливается из возобновляемых ресурсов, таких как сахарный тростник и кукуруза. Используется для производства изделий с коротким сроком службы (пищевая упаковка, одноразовая посуда, пакеты, различная тара), а также в медицине, для производства хирургических нитей и штифтов (обычно данный материал проходит специальную медицинскую сертификацию). Лактид и молочная кислота, проявляют оптическую активность, существуя в виде двух L- и D-стереоизомеров, являющихся зеркальным отображением друг друга. При варьировании относительного содержания этих форм в полилактиде, можно задавать свойства получаемого полимера, а также получать различные классы полилактидных материалов. Полилактид из 100% L-лактида (L-ПЛА) имеет высокую степень стереорегулярности, что придает ему кристалличность. Температура стеклования L-ПЛА – 54–58 °С, температура плавления – 170–180 °С, скачок теплоёмкости 100 % аморфного ПЛА – 0,54 Дж/(г·К). Используя при полимеризации смесь D- и L-форм лактида, получают аморфный полилактид (L, D-ПЛА), температура стеклования которого составляет 50–53 °С, плавление отсутствует, ввиду кристаллической фазы. Самая высокая температура плавления у стереокомплекса, состоящего из чистого D-ПЛА и чистого L-ПЛА. Две цепочки сплетаются, и образующиеся дополнительные взаимодействия между ними ведут к повышению температуры плавления (до 220 °С). [2]

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Печать образцов выполнялась на 3D-принтере Flashforge Finder, материалом PLA-пластиком, диаметр филамента 1,75 мм, фирма-производитель – Bestfilament (артикул f002-коричневый). Так как исследуются заготовки, полученные методом аддитивного синтеза, то необходимо выбрать подходящие режимы печати и параметр для исследования.

Помимо высоты слоя изменялись также параметры высоты первого слоя, скорость печати и скорость перемещения. Это было необходимо для сохранения качества печати и снижения вероятности наличия дефектов печати. Нами разработан и проведен постановочный эксперимент с целью проверки гипотезы

зависимости прочностных характеристик изделий, полученных методами аддитивных технологий от параметров печати с изготовлением минимального количества образцов. Согласно нашим предположениям, при FDM-печати, чем больше высота слоя, тем меньше адгезия между слоями. Для проверки этой гипотезы были изготовлены заготовки с определенными технологическими параметрами, и для каждого параметра высоты слоя печати, скорости перемещения было изготовлено два образца. Разработанная установка позволяет использовать непосредственно конкретные изделия для проведения испытаний

Технологические параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры изготовленных образцов

№ заготовки	Высота слоя, мм	Высота первого слоя, мм	Количество сплошных слоев сверху модели	Количество сплошных слоев снизу модели	Количество стенок	Степень заполнения, %	Структура заполнения	Скорость печати, мм/с	Скорость перемещения, мм/с	Температура экструдера, °С	Расход материала, м
1	0,18	0,27	2	2	2	15	шестиугольник	60	80	220	0,75
2	0,12	0,2	2	2	2	15	шестиугольник	50	70	220	0,75
3	0,3	0,3	2	2	2	15	шестиугольник	80	100	220	0,67
4	0,08	0,2	2	2	2	15	шестиугольник	50	70	220	0,78

Помимо исследуемых параметров имеет наибольшее значение ориентация образца при печати.

Согласно полученным результатам, были построены следующие графики зависимости:

– график зависимости максимальной нагрузки

ки, которую выдержал образец, от параметра высоты слоя (рис. 7);

– график зависимости удлинения заготовки от параметра высоты слоя (рис. 8).

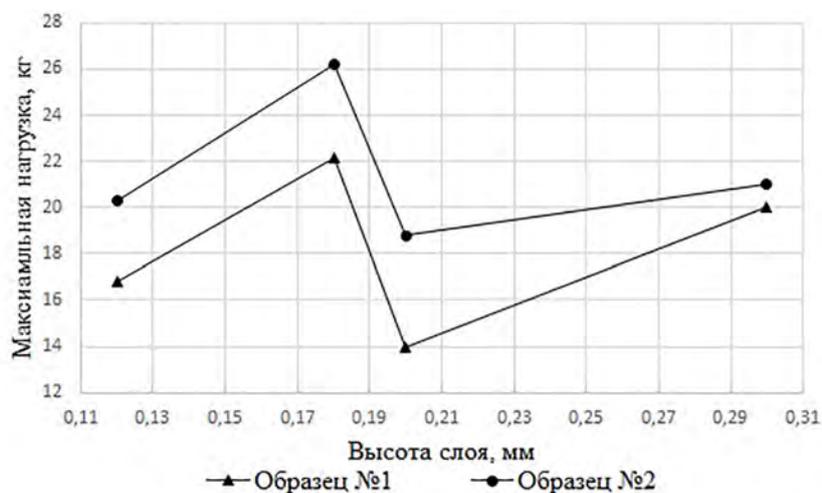


Рисунок 7 – Эскиз образца

После проведенных экспериментов было принято решение спроектировать материал, для САЕ-модуля CAD-системы SolidWorks. Для проектирования были использованы параметры, указанные ранее. Также был рассчитан модуль сдвига, по формуле

$$G = Fl / A\Delta x,$$

где F – действующая сила, применим среднюю $F = 198,7$ Н; A – площадь, на которую действует сила, $A = 30,66$ мм²; l – начальная длина, $l = 3$; Δx – смещение, применим среднее $\Delta x = 7,3375$.

Тогда:

$$G = \frac{198,7 \cdot 3}{30,66 \cdot 7,3375} = 2,65 \text{ Н/мм}^2.$$

Все параметры материала приведены в таблице 2.

Так как изделия, полученные методами аддитивного синтеза, имеют слоистую структуру с ячеистым заполнением на их физико-механические характеристики будут влиять такие свойства, как высота слоя печати; плотность и структура заполнения; температура экструдера, скорости его перемещения и другие.

ВЫВОДЫ

Целью данного исследования является проектирование, оптимизация конструкции лабораторного стенда для проведения испытаний на растяжение изделий, полученных методом аддитивных технологий.

Разработанный лабораторный стенд (установка) имеет возможность применения в испытаниях при учебной деятельности, с целью наглядной демонстрации принципов проведения испытаний. Конструкция изделия требует доработки:

- добавление механического привода, с целью соблюдения постоянной скорости проведения испытаний;
- добавление электрической части, для более точной регистрации момента и усилия разрыва;
- дальнейшая оптимизация конструкции.

На текущий момент исследование неполное, так как по текущим данным крайне сложно построить какую-либо математическую зависимость величины параметров высоты слоя от параметра максимальной нагрузки, удлинения или места разрыва. Это связано с явным недостаточным количеством экспериментов и не высокой точностью используемой установки. Однако уже на данном этапе можно сделать некоторые предположения:

- при высоте слоя 0,3 мм разброс параметра максимальной нагрузки минимальный;
- разброс параметра места разрыва минимальный при высоте слоя 0,12 мм;
- в целом, значения высоты слоя 0,12 мм имеет наиболее стабильные показатели;
- показатели, полученные при исследовании материала, заданного по значениям экспериментов, в Simulation блоке CAD-системы SolidWorks близки к экспериментальным данным.

Дальнейшее развитие видится в уточнении данных экспериментов и составлении математических зависимостей. Для этих целей необходимо провести значительно больше экспериментов в диапазоне параметра высоты слоя от 0,1 мм до 0,3 мм с шагом 0,01 мм. На каждый параметр провести не менее пяти экспериментов. Общее количество необходимых экспериментов – 100. Также такое же количество экспериментов, с такими же параметрами, необходимо провести на промышленной исследовательской установке.

Предпринята попытка провести исследование изделий, полученных методами аддитивного синтеза (испытывались традиционными методиками).

Доработанные данные можно будет применять при исследовании изделий, произведенных для легкой и текстильной промышленности в рамках мелкосрочного ремонта. Также перспективность дальнейших исследований заключается в разработке более совершенного оборудования, создании стандартизированных методик испытаний с последующей их сертификацией.

Таблица 2 – Параметры материала, спроектированного в САЕ-блоке CAD-системы SolidWorks

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	330	МН/м ²
Коэффициент Пуассона	0,3	Не применимо
Модуль сдвига	2,65	МН/м ²
Массовая плотность	1230	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	40	МН/м ²
Предел прочности при сжатии	77,4	МН/м ²
Предел текучести	60	МН/м ²
Коэффициент теплового расширения	960000	/К
Теплопроводность	8	W/(м·К)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гибсон, Я. Технологии аддитивного производства / Д. Розен, Б. Стакер; пер. с англ. И. В. Шишковский. – Москва: Техносфера, 2018. – 648 с.
2. Ковчур, А. С. Топологическая оптимизация конструкций изделий для аддитивного производства / А. С. Ковчур, П. С. Ширяев // материалы докладов 53-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2020. – Т. 2. – С. 334–337.
3. ГОСТ 11262-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – Взамен ГОСТ 11262-80; введ. 1980-12-01 – Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2018. – 24 с.
4. Полилактид [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B4>. – Дата доступа: 22.03.2022.

REFERENCE

1. Gibson, Ja. Tehnologii additivnogo proizvodstva / D. Rozen, B. Staker; per. s ang. I.V.Shishkovskij. – Moskva: Tehnosfera, 2018. – 648 p.
2. Kauchur, A.S., Shirjaev, P.S., (2020), Topological optimization of product designs for additive manufacturing [Topologicheskaja optimizacija konstrukcij izdelij dlja additivnogo proizvodstva], Proceedings of the 53rd International Scientific and Technical conference Of Teachers and Students, Vitebsk, VSTU, 2020, in 2 volumes. Volume 2, – pp. 334–337.
3. GOST 11262-2017. Plastmassy. Metod ispytaniya na rastjazhenie. – Vzamen GOST 11262-80; vved. 1980-12-01 – Minsk: Mezghos. Sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii; Moskva: Izd-vo standartov, 2018. – 24 s.
4. Polilaktid [Polylactide], (2022), available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B4>. – Accessed 22.03.2022.

SPISOK LITERATURY

1. Additive Manufacturing Technologies by Ian Gibson, David Rosen and Brent Stocker , tr. from eng. I. V. Shishkovsky. – Moscow: Technosphere, 2018. – 648 p.
2. Kauchur, A. S. Topological optimization of product designs for additive manufacturing / A. S. Kauchur, P. S. Shiryaev // Proceedings of the 53rd International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students: in 2 volumes / EI " VSUT. – Vitebsk, 2020. – Т. 2. – pp. 334–337.
3. GOST 11262-2017. Plastics. Tensile test method. – Replacement of GOST 11262-80; introduced. 1980-12-01 – Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing house of standards, 2018. – 24 p. (In Russian)
4. Polylactide [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B4>. – Access date: 22.03.2022.

Статья поступила в редакцию 30.11.2022.

Применение образов славянской мифологии в композиции штучных изделий

А.Б. Лисьева, Н.Н. Самутина^а

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

E-mail: asamusiya@mail.ru

Аннотация. В работе изучена славянская мифология и ее образы, композиция штучных изделий, в частности декоративных панно, рассмотрено использование образов кабана в славянской мифологии и применение белорусского народного узора «бесконечника» при проектировании ковров. Предложен дизайн-макет текстильного декоративного панно с использованием рассмотренных мотивов и эскиз применения в интерьере.

Ключевые слова: декоративное панно, славянская мифология, образ кабана, штучные изделия, белорусские народные мотивы.

The Use of Images of Slavic Mythology in the Composition of Piece Products

A. Lisyeva, N. Samutina^a

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

E-mail: asamusiya@mail.ru

Annotation. The work examines Slavic mythology and its images, the composition of piece products, in particular decorative panels. The use of images of the boar of Slavic mythology and the Belarusian folk pattern «infinity» in the design of carpets is considered. A design layout of a textile decorative panel using the described motifs and a sketch of its use in the interior are proposed.

Keywords: decorative panel, Slavic mythology, the image of a boar, piece products, Belarusian folk motifs.

Декоративные панно как один из видов штучных изделий для интерьера представляет собой обширную область декоративно-прикладного искусства, которая постоянно модернизируется и обновляется в соответствии с современными тенденциями моды и стиля [1]. Цель работы – изучить образы славянской мифологии и белорусские народные узоры, определить виды пластики и стилизации, которые будут актуальны для современного этапа развития производства и, на основе полученного материала, создать эскизы декоративного текстильного панно. Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- рассмотреть принципы разработки декоративных панно;
- провести исследование мотивов славянской мифологии;
- определить актуальные белорусские мотивы;
- создать эскиз авторского декоративного текстильного панно.

При выполнении первой задачи исследования установлено, что использование анималистичного жанра в интерьере – популярное и состоявшееся направление.

Первые работы с изображением животных крупным планом с достаточным уровнем достоверности были созданы на стенах пещер древнего человека. В настоящее время техники исполнения могут быть совершенно разными. При разработке текстильных изделий для интерьера дизайнеру необходимо решить творческую задачу процесса создания эскиза декоративного изделия, а также вопросы соединения его с готовым интерьером. Необходимо также учитывать уровень освещенности, особенности стилистики, пропорции помещения и цветовую гамму.

Установлено, что для того, чтобы стать органичной частью интерьера, декоративное панно должно быть [1]:

- плоскостным, а не пространственным, при этом пространство передается достаточно условно, без линейной перспективы;
- с грамотным использованием всех элементов и средств композиции, учитывая организованное членение плоскости и ритм;
- с декором, который подчеркивает предназначение помещения и его общее стилевое оформление;

Выявлены три варианта использования декоративных панно:

- для создания главного цветового пятна и задания тона всему остальному оформлению. При этом используют яркую цветовую гамму;
- в качестве дополнения общего оформления пространства интерьера. Используют спокойную цветовую гамму;
- для определения нейтрального фона, который необходим для других художественных элементов, которые будут выигрышно смотреться на нем. Используют приглушенную цветовую гамму.

Выбор стиливого решения, мотивов и цветовой гаммы будет зависеть от желания дизайнера, общего впечатления, производимого интерьером и назначения помещения.

В настоящее время актуален вопрос национальной идентичности, поэтому использование белорусских народных мотивов является важным преимуществом при выходе белорусской продукции на мировые рынки. Для предприятий страны становится актуальным использование национальных знаков и символов при продвижении продукции на внутреннем и внешнем рынках. В связи с этим изучение вопросов белорусской символики и славянской мифологии актуален.

Одним из древних символов славян был кабан, который символизировал воинскую доблесть, жадность, гордость, похотливость, попрание целомудрия. Неукротимость, воинственность кабана внушали уважение, и этого зверя по праву посвятили Перуну – богу грозы и военной власти.

В качестве символического образа кабан представ-

лен во всём индоевропейском мире и за его пределами. В северной мифологической традиции он представляет собой духовную власть, подобно друидам и браминам, ведёт уединённую жизнь в лесу, способен найти трюфель – мистический гриб, рождение которого древние легенды приписывают молнии, и питается плодами священного дуба. У галлов и древних греков охота на вепря и его убийство – символ духовного падения с течением времени. В Китае кабан – эмблема династии Мiao, которая принадлежит к очень древним пластам китайской истории, в которой стрелок И изгоняет свирепого кабана фэнси (рис. 1 а, б) [2–5].

В гомеровском и древнегерманском эпосе имеется описание боевого знака – «головы Вепря» на шлеме воина; этот знак известен также по микенским, римским, древнегерманским археологическим памятникам. У германцев сохранялось предание о происхождении племени от двух братьев, одного из которых звали Вепрь. Фигурки вепря свидетельствуют о большом значении этого символа в раннюю эпоху в Западной Европе. В кельтских и галльских легендах он всегда воплощает выдающиеся позитивные качества. Священное животное как символ воинской мужественности и силы обладает сверхъестественными (пророческими и магическими) способностями. Помогает на войне, защищая воина.

В Египете олицетворяет Зло, в Античности символизирует борьбу и разрушение; суровую зиму. Эриманфский вепрь был пойман в сеть Гераклом. Когда Эврисфей, царь, которому служил Геракл, увидел огромного кабана, он от страха спрятался в кувшин (рис. 1 в, г).



а



б



в



г

Рисунок 1 – Символические образы в мифологии: а – Фэнси в китайской мифологии; б – старец Протей на сосуде в форме вепря; в – эриманфский вепрь; г – рисунок кабана в Греции

В гомеровском эпосе имеется описание боевого знака – «головы вепря» на шлеме воина; этот знак известен также по микенским, римским, древнегерманским археологическим памятникам.

В Древнем Востоке кабан – священное животное в Вавилоне и других семитских культурах. Может быть посланником богов. В древнеегипетских текстах вепрь, (кабан или свинья тростников) упоминается как одно из «животных бога». Голова кабана символизирует здоровье и хранит от опасности; дает силу жизни, содержащуюся в голове; может принести изобилие и удачу в будущем году.

В мифологии балтийских славян огромный вепрь, сверкая белыми клыками, показывается из вод моря всякий раз, когда беда грозит священному городу Петра. Также известно упоминание кабана в иранской мифологии, индуизме, иудаизме. В христианстве кабан считался, в основном, символом необузданной дикости и властности бесовских сил, разрушения, жестокости, свирепого гнева, зла, жестоких князей и правителей, плотских грехов [2–5].

В геральдике и эмблематике можно также встретить мотив стилизованного кабана, олицетворяющий собой несгибаемую воинственность и дикость (рис. 2).



а



б

Рисунок 2 – Образ кабана в геральдике и эмблематике:

а – герб коммюны Таланса, Франция;

б – герб общины Берг-ам-Ирхель, Швейцария

Вепрь – это естественная негеральдическая гербовая фигура. Символизирует мужество и неустранимость. Почти всегда изображается чернью и в профиль. Часто использование его названия при образовании имен собственных и топонимов. Обозначает «находящегося во всеоружии отчаянного и мужественного воителя, который в битве рыцарски противостоит врагу и не склонен отступить никоим образом».

Данный материал был принят при стилизации основного мотива разрабатываемого декоративного авторского панно.

Далее были изучены композиционные схемы, которые могут быть использованы при создании эскиза декоративного панно. Установлено, что они имеют определенные особенности построения и закономерности монокомпозиции [6-7]:

- рисунок всегда строится на конкретной замкнутой плоскости, четко ограниченной заданными размерами, поэтому требуется жесткая компоновка всех элементов;

- расположение всех элементов и мотивов должно быть таким, чтобы создавалась замкнутая композиционная структура.

Установлены схемы наиболее часто встречаемых замкнутых монокомпозиций (рис. 3).

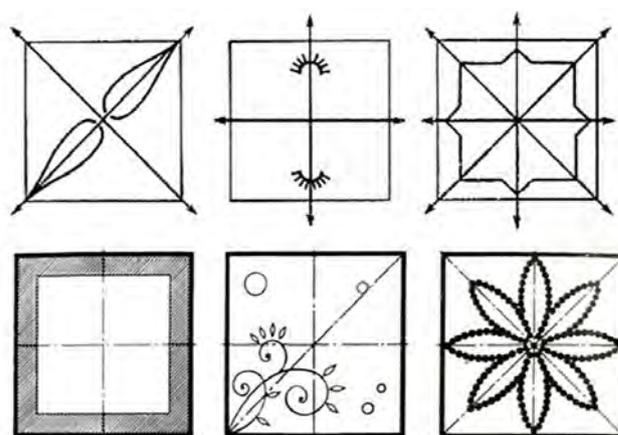


Рисунок 3 – Замкнутые симметричные схемы монокомпозиции

Функции мотивов в сложных многоэлементных композициях, в силу большей или меньшей замкнутости последних, легко можно подразделить на главные (активные) и второстепенные (пассивные). Мотивы следует группировать и располагать таким образом, чтобы акцентировать внимание на центральной части плоскости. Здесь имеют значение законы восприятия плоскости человеческим глазом. Активной является центральная часть плоскости, которая располагается на некотором отдалении от ее границ.

Решено разработать композицию, в которой надо выделить композиционный центр (акцент композиции) посредством использования контрастной формы или посредством использования контрастного размера

(по сравнению с другими элементами композиции) с центральным расположением [8–14].

Определено, что в декоративных панно используется также кайма, расположенная либо сверху и снизу, либо слева и справа. Кайма выполняется линейным раппортом, в котором заложен ленточный принцип распространения узора: мотив закономерно повторяется только в одном направлении, образуя вертикальные или горизонтальные орнаментальные ряды. Пример каймового расположения рисунка в декоративных панно для интерьера представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Рауль Дюфи. Джунгли, 1922 г.
Образец зооморфного орнамента

Далее изучены актуальные белорусские мотивы, используемые в белорусском рушнике, который относится к предметам народного искусства, принадлежащим и прошлому, и настоящему (рис. 5). В быту белорусов рушник присутствовал не одно столетие, а популярность неизменна. По-прежнему он сопровождает человека в наиболее важные, переломные этапы его жизненного пути. Без традиционного рушника не обходятся теперь и выставки народного искусства, потому что именно рушник наиболее ярко воплощает национальные черты орнаментального искусства и высокое мастерство ткачества и вышивки. Узоры и



Рисунок 5 – Белорусский узор «бесконечник»

орнаменты – особый вид народного творчества, тесно связанный с термином «декор», призванный не только украшать предметы и одежду, но и представляющий собой целую сложную структуру [6–7].

Белорусский орнамент отличается множеством разновидностей форм узоров. Это самобытные колоритные элементы, уникальные своим древним происхождением, а также оригинальным видом. Их применение не теряет популярности с давних пор и по сей день. Ношение узоров стало особым видом патриотизма, проявляемого к своей стране. Поэтому он стал очень популярен среди молодежи. Разнообразие форм символов обусловлено широким ассортиментом мотивов, предпочитаемых народами Беларуси. Геометрический мотив – самый популярный вид. Включает в себя: круги; звезды; ромбы; точки; ленты; линии, прямые, ломаные или зигзагообразные; шестиугольники; кресты.

Символ «бесконечник» – путь, бесконечность, вечность, сакральный смысл обрядового пути. Поэтому решено использовать этот узор с определенной стилизацией в качестве второстепенного, используемого в фоне и объединенного с каймой.

Для выражения общего идейно-образного содержания орнаментальные или изобразительные элементы выполняются, исходя из единства и взаимосвязи материала, художественных и технических приемов. Мотивы белорусских рушников применены в кайме и фоне, центральный элемент – фигура кабана (рис. 6).

Чтобы показать связь прошлого и настоящего, объединить по пластике основной центральный и второстепенный фоновый мотив, в кайму предложено использовать мотив корней, как символ рода, корень истории и символ предков, который также можно встретить в славянской мифологии. Все опирается на корни, как религия, история, так и современность.

В раппорте прослеживается движение композиции снизу вверх, визуальным источником которого стали расположение центральной фигуры и повороты мотивов фона узора бесконечника и их расположение. Такой эффект иллюзии связывает объекты каймы и фона между собой. Соотношение цветовых пятен фона и элементов рисунка неуравновешены между собой, центральный элемент образа кабана является композиционным центром и несет в себе главный акцент. Элементы второго плана центральной части панно композиционно объединены с каймой за счет линейной отрисовки.

Цветом 2023 года стал яркий, насыщенный и жизненный оттенок красного, вдохновленный природой Viva Magenta как источник бунта. Этот гибридный цвет между красным и фиолетовым решено использовать как цветовой акцент в элементы рисунка для побуждения к экспериментам и самовыражению. Смелый и бесстрашный, пульсирующий, наличие его способствует оптимизму и радости, приветствует мятежный дух. В фоновом цвете используется классическая ахроматическая гамма черного и серых оттенков.

Такой элемент декора интерьера, как декоративное панно с изображением стилизованных животных, позволяет значительно преобразить пространство, задать ему определенное настроение, добавить помещению выразительности, законченности и уникаль-

ности, а также визуально скорректировать геометрию. Акцент выполняется на одной из стен и значительно оживляет обстановку. Панно будет наполнять обстановку символикой, создавать атмосферу. Эскиз применения декоративного панно в интерьере представлен на рисунке 7.

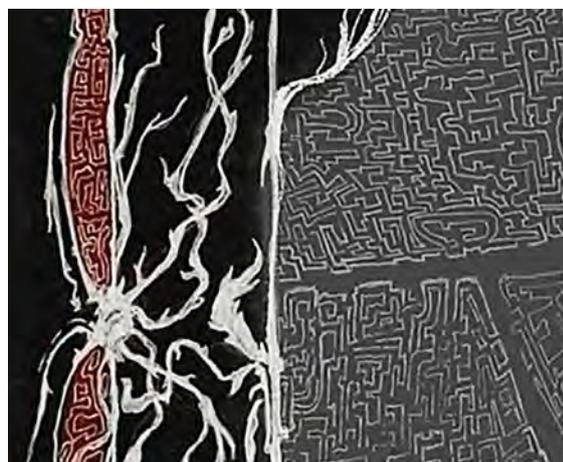


Рисунок 6 – Эскиз разрабатываемого декоративного панно и его фрагмент



а



б

Рисунок 7 – Эскиз применения разработанного декоративного панно в интерьере:
а – прихожая; б – гостиная

В результате проведенной работы выполнено следующее: рассмотрены принципы разработки декоративных панно, проведено исследование мотивов славянской мифологии, определен актуальный белорусский мотив, который используется в фоне композиции, создан эскиз авторского декоративного текстильного панно.

Область применения разработки – текстильная промышленность, выполнение на ткацких станках с жаккардовой машиной или нанесение рисунка способом печати. Результаты работы позволят дополнить традиционные методы создания текстильных рисунков декоративных панно и расширить их ассортимент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Принципы разработки декоративного текстильного панно Bstudy.net. – Режим доступа: https://bstudy.net/947899/iskusstvo/printsiyu_razrabotki_dekorativnogo_tekstilnogo_panno. – Дата доступа: 02.01.2023.
2. Кабан в славянской языческой мифологии [Электронный ресурс] // Славянский Языческий Портал. – Режим доступа: <http://slaviy.ru/zivotnye-v-slavyanskoj-kulture/kaban-v-slavyanskoj-yazycheskoj-mifologii>. – Дата доступа: 02.01.2023.
3. Боги в образе вепря, кабана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alksnisvindans.wordpress.com/2018/10/27/1751/>. – Дата доступа: 02.01.2023.
4. Животные в мифологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mar4586.narod.ru/animals/mammals/pig.html>. – Дата доступа: 05.12.2022.
5. От дикого кабана к Рождественскому поросёнку [Электронный ресурс] // Русский след в мировой истории. – Режим доступа: <https://ru-sled.ru/ot-dikogo-kabana-k-rozhdestvenskomu-porosyonku/>. – Дата доступа: 05.12.2022.
6. Рубан Е. Орнамента ар деко: Рауль Дюфи и современные интерпретации [Электронный ресурс] / Е. Рубан. Ар-деко легендарный. – Режим доступа: https://zen.yandex.ru/media/art_deco/ornamentika-ar-deko-raul-diufi-i-sovremennye-interpretacii-5edfd5ad1f17d02de4d4ac96. – Дата доступа: 22.01.2022.
7. Текстиль эпохи Ар Деко. О текстильном дизайне в деятельности художественных объединений Европы начала XX века [Электронный ресурс] // Beststudy.net. – Режим доступа: https://bstudy.net/880820/iskusstvo/tekstil_epohi_deko_tekstilnom_dizayne_deyatelnosti_hudozhestvennyh_obedineniy_evropy_nachala_veka?. – Дата доступа: 22.01.2022.
8. Казарновская, Г. В. Проектирование льняных жаккардовых тканей сложных структур / Г. В. Казарновская, Н. Н. Самутина // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2018. – № 2 (35). – С. 18–28.
9. Samutsina, N. and Abramovich N. Simulation And Visualization Of One-And-A-Half-Layer Fabrics AIP Conference Proceedings. International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021). – 2022. – 2430 – С. 020004.
10. Казарновская, Г. В. Исследование и разработка методов построения и визуализации заправочного рисунка тканей с использованием современных информационных технологий / Г. В. Казарновская, Н. А. Абрамович, Н. Н. Самутина // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2011. – № 20. – С. 44–49.
11. Самутина, Н. Н. Использование информационных технологий в проектировании и визуализации тканей / Н. Н. Самутина, Н. А. Абрамович, Г. В. Казарновская // Моделирование в технике и экономике: сборник материалов докладов международной научно-практической конференции, Витебск, 23-24 марта 2016 г. – ВГТУ. – Витебск, 2016. – С. 540–543.
12. Самутина, Н. Н. Дизайн льняных двулицевых жаккардовых тканей. Молодежь – науке и производству – 2021: Инновационные технологии легкой промышленности // Материалы международной научно-практической конференции соискателей высшего образования и молодых ученых, 19-20 мая 2021 г. – ХНТУ. – Херсон, 2021 г. – С. 127–128.
13. Самутина, Н. Н. Применение информационных технологий при проектировании льняных тканей / Н. Н. Самутина, Н. А. Абрамович, Г. В. Казарновская // Качество товаров: теория и практика. – ВГТУ. – Витебск, 2012. – С. 238–240.
14. Лисьева, А. Б. Ар-деко – позволительная роскошь / А. Б. Лисьева, Н. Н. Самутина // Сб. матер. докладов 55-й Международной научно-технической конф. преподавателей и студентов в двух томах, том 2; УО «ВГТУ». – Витебск, 2021. – С. 160–162.

REFERENCE

1. Principles of the development of decorative textile panels Bstudy.net. – Access mode: https://bstudy.net/947899/iskusstvo/printsiy_razrabotki_dekorativnogo_tekstilnogo_panno. – Date of access: 02.01.2023.
2. Boar in Slavic pagan mythology [Electronic resource] // Slavic Pagan Portal. - Access mode: <http://slaviy.ru/zhivotnye-v-slavyanskoj-kulture/kaban-v-slavyanskoj-yazycheskoj-mifologii>. – Access date: 02.01.2023.
3. Gods in the image of a boar, a wild boar [Electronic resource]. – Access mode: <https://alksnisvindans.wordpress.com/2018/10/27/1751/>. – Access date: 02.01.2023.
4. Animals in mythology [Electronic resource]. – Access mode: <http://mar4586.narod.ru/animals/mammals/pig.html>. – Access date: 05.12.2022.
5. From wild boar to Christmas pig [Electronic resource] // Russian trace in world history. – Access mode: <https://ru-sled.ru/ot-dikogo-kabana-k-rozhdestvenskomu-porosyonku/>. – Access date: 05.12.2022.
6. Ruban E. Art Deco ornamentation: Raoul Dufy and modern interpretations [Electronic resource] / E. Ruban. Art Deco is legendary. – Access mode: https://zen.yandex.ru/media/art_deco/ornamentika-ar-deko-raul-diufi-i-sovremennye-interpretacii-5edfd5ad1f17d02de4d4ac96. – Access date: 22.01.2022.
7. Textiles of the Art Deco era. About textile design in the activities of art associations of Europe at the beginning of the XX century [Electronic resource] // Beststudy.net. – Access mode: https://bstudy.net/880820/iskusstvo/tekstil_epohi_deko_tekstilnom_dizayne_deyatelnosti_hudozhestvennyh_obedineniy_evropy_nachala_veka?. – Access date: 22.01.2022.
8. Kazarnovskaya, G. V. Designing of linen jacquard fabrics of complex structures / G. V. Kazarnovskaya, N. N. Samutina // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2018. – № 2 (35). – Pp. 18–28.
9. Samutsina, N. and Abramovich N. Simulation And Visualization Of One-And-A-Half-Layer Fabrics AIP Conference Proceedings. International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021). – 2022. – 2430 – p. 020004.
10. Kazarnovskaya, G. V. Research and development of methods for constructing and visualizing the filling pattern of fabrics using modern information technologies / G. V., Kazarnovskaya, N. A. Abramovich, N. N. Samutina // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2011. – No. 20. – pp. 44-49.
11. Samutina, N. N. The use of information technologies in the design and visualization of tissues / N. N. Samutina, N. A. Abramovich, G. V. Kazarnovskaya // Modeling in Engineering and Economics: a collection of materials of reports of the International scientific and practical conference, Vitebsk, March 23-24, 2016 – VSTU. – Vitebsk, 2016. – pp. 540–543.
12. Samutina, N. Design of linen double-faced jacquard fabrics. Youth – science and production – 2021: Innovative technologies of light industry // Materials of the International scientific and practical conference of applicants for higher education and young scientists, May 19–20, 2021 – KHNTU. – Kherson, 2021 – pp. 127–128.
13. Samutina, N. N. Application of information technologies in the design of linen fabrics / N. N. Samutina, N. A. Abramovich, G. V. Kazarnovskaya // Quality of goods: theory and practice. – VSTU. – Vitebsk, 2012. – pp. 238–240.
14. Lisyeva, A. B. Art Deco – permissive luxury / A. B. Lisyeva, N. N. Samutina // Collection of materials of reports of the 55th International Scientific and Technical Conference of teachers and Students in two volumes, volume 2; UO "VSTU". – Vitebsk, 2021. – pp. 160–162.

SPISOK LITERATURY

1. Principy razrabotki dekorativnogo tekstil'nogo panno Bstudy.net. – Rezhim dostupa: https://bstudy.net/947899/iskusstvo/printsiy_razrabotki_dekorativnogo_tekstilnogo_panno. – Data dostupa: 02.01.2023.
2. Kaban v slavyanskoj yazycheskoj mifologii [Elektronnyj resurs] // Slavyanskij YAzycheskij Portal. – Rezhim dostupa: <http://slaviy.ru/zhivotnye-v-slavyanskoj-kulture/kaban-v-slavyanskoj-yazycheskoj-mifologii>. – Data dostupa: 02.01.2023.
3. Bogi v obraze veprya, kabana [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://alksnisvindans.wordpress.com/2018/10/27/1751/>. – Data dostupa: 02.01.2023.
4. ZHivotnye v mifologii [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://mar4586.narod.ru/animals/mammals/pig.html>. – Data dostupa: 05.12.2022.
5. Ot dikogo kabana k Rozhdestvenskomu porosyonku [Elektronnyj resurs] // Russkij sled v mirovoj istorii. - Rezhim dostupa: <https://ru-sled.ru/ot-dikogo-kabana-k-rozhdestvenskomu-porosyonku/>. – Data dostupa: 05.12.2022.
6. Ruban E. Ornamentika ar deko: Raul' Dyufi i sovremennye interpretacii [Elektronnyj resurs] / E. Ruban. Ar-deko legendarnyj. – Rezhim dostupa: https://zen.yandex.ru/media/art_deco/ornamentika-ar-deko-raul-diufi-i-sovremennye-interpretacii-5edfd5ad1f17d02de4d4ac96. – Data dostupa: 22.01.2022.

7. Tekstil' epohi Ar Deko. O tekstil'nom dizajne v deyatel'nosti hudozhestvennyh ob"edineniy Evropy nachala XX veka [Elektronnyj resurs] // Beststudy.net. – Rezhim dostupa: https://bstudy.net/880820/iskusstvo/tekstil_epohi_deko_tekstilnom_dizayne_deyatelnosti_hudozhestvennyh_obedineniy_evropy_nachala_veka?. – Data dostupa: 22.01.2022.

8. Kazarnovskaya, G. V. Proektirovanie l'nyanyh zhakkardovyh tkanej slozhnyh struktur / G. V. Kazarnovskaya, N. N. Samutina // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2018. – № 2 (35). – S. 18–28.

9. Samutsina, N. and Abramovich N. Simulation And Visualization Of One-And-A-Half-Layer Fabrics AIP Conference Proceedings. International conference on textile and apparel innovation (ICTAI 2021). – 2022. – 2430 – S. 020004.

10. Kazarnovskaya, G. V. Issledovanie i razrabotka metodov postroeniya i vizualizacii zapravochnogo risunka tkanej s ispol'zovaniem sovremennyh informacionnyh tekhnologij / G. V. Kazarnovskaya, N. A. Abramovich, N. N. Samutina // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2011. – № 20. – S. 44–49.

11. Samutina, N. N. Ispol'zovanie informacionnyh tekhnologij v proektirovanii i vizualizacii tkanej / N. N. Samutina, N. A. Abramovich, G. V. Kazarnovskaya // Modelirovanie v tekhnike i ekonomike: sbornik materialov dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Vitebsk, 23–24 marta 2016 g. – VGTU. – Vitebsk, 2016. – S. 540–543.

12. Samutina, N. N. Dizajn l'nyanyh dvulicevyh zhakkardovyh tkanej. Molodezh' – nauke i proizvodstvu – 2021: Innovacionnye tekhnologii legkoj promyshlennosti // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii soiskatelej vysshego obrazovaniya i molodyh uchenykh, 19–20 maya 2021 g. – HNTU. – Herson, 2021 g. – S. 127–128.

13. Samutina, N. N. Primenenie informacionnyh tekhnologij pri proektirovanii l'nyanyh tkanej / N. N. Samutina, N. A. Abramovich, G. V. Kazarnovskaya // Kachestvo tovarov: teoriya i praktika. – VGTU. – Vitebsk, 2012. – S. 238–240.

14. Lis'eva, A. B. Ar-deko – pozvolitel'naya roskosh' / A. B. Lis'eva, N. N. Samutina // Sb. Mater. dokladov 55-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konf. prepodavatelej i studentov v dvuh tomah, tom 2; UO «VGTU». – Vitebsk, 2021. – S. 160–162.

Статья поступила в редакцию 03.02.2023.

Технология изготовления костюмных тканей комбинированных переплетений на ткацких станках с жаккардовой машиной

Г.В. Казарновская^а, Е.С. Милеева^б
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аGalina_kazarnovskaya@mail.ru, ^бkatiwaw@rambler.ru

Аннотация. Работа посвящена созданию льносодержащих костюмных тканей в продольную полосу, базой для рисунка которых послужили рубчиковые переплетения. Благодаря применению уточных репсов с различной длиной перекрытий, использованием нескольких переплетений в качестве закрепляющих и в просновках в одном рисунке достигнут объёмный эффект, приближающий разработанные ткани к тканям сложного строения. Определены требования к характеру рисунка, позволившие обеспечить наработку тканей костюмного назначения на станках с жаккардовой машиной со смешанной проборкой аркатных шнуров в касейную доску без сбоя рисунка на стыке рядовой и обратной проборок.

Ключевые слова: костюмная ткань, продольная полоса, рубчиковые переплетения, смешанная проборка, рельефный рисунок.

Technology of Manufacturing of Costume Fabrics of Combined Weaves on Looms with a Jacquard Machine

G. Kazarnovskaya^a, E. Mileeva^b
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^aGalina_kazarnovskaya@mail.ru, ^bkatiwaw@rambler.ru

Annotation. The article describes the creation of linen-containing suit fabrics in a longitudinal strip. Ribbed weaves serve as the basis for the pattern of fabrics. In one drawing, a three-dimensional effect is achieved, similar to complex fabrics. This is done through the use of weft raps with different overlap lengths, the use of several weaves as anchors and in the stitches. The requirements for the nature of the pattern are determined, which made it possible to ensure the production of fabrics for costume purposes on machines with a jacquard machine with a mixed insertion of arcade cords into a cassette board without a pattern failure at the junction of ordinary and reverse insertions.

Key words: costume fabric, longitudinal stripe, ribbed weaves patterns, mixed parting, relief pattern.

Ассортимент костюмных тканей разнообразен и зависит, в основном, от их назначения, последнее определяет сырьевой состав и характер художественно-колористического оформления. Традиционно сложилось, что в большинстве своем – это камвольные чистшерстяные ткани или полшерстяные с вложением химических волокон. Весомую нишу в ассортименте костюмных тканей занимают льняные, причем в последние годы наметилась резкая тенденция к увеличению их выпуска в общем объеме мирового производства [1].

Основными производителями костюмных тканей в Республике Беларусь являются ОАО «Камволь» и РУПТП «Оршанский льнокомбинат».

Расширение и обновление ассортимента костюм-

ных тканей из льна является актуальной задачей, поскольку затрагивает национальные интересы по использованию отечественного сырья в востребованных тканях и одежды из него. Более того, целью данных исследований является не только создание тканей, отвечающих уровню развития современного мирового дизайна в текстиле, но и адаптация существующих на РУПТП «Оршанский льнокомбинат» технологических условий заправки ткацкого оборудования на выработку костюмных тканей.

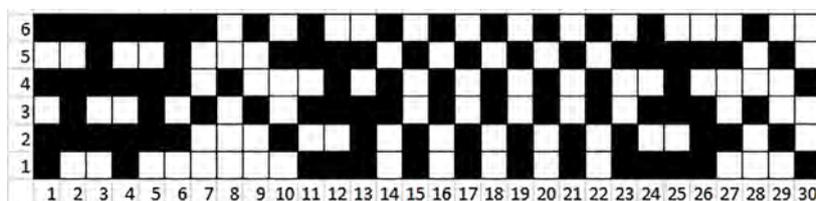
Наиболее распространенным рисунком в художественном оформлении камвольных костюмных тканей является цветная клетка, которая воспроизводится на базе простых переплетений, полотняного или саржи 2/2, с использованием в основе и в утке цветных

нитей. Этот прием не нашел широкого применения в костюмных тканях из льна, поскольку в них целесообразно использовать палитру натурального льна и подчеркивать ее переплетениями. Востребованной в костюмных тканях, особенно мужского ассортимента, является продольная полоса, она может быть получена как применением в основе цветных нитей, так и переплетений в продольную полосу, которые могут быть ремизными и жаккардовыми в зависимости от размера раппорта переплетения по основе.

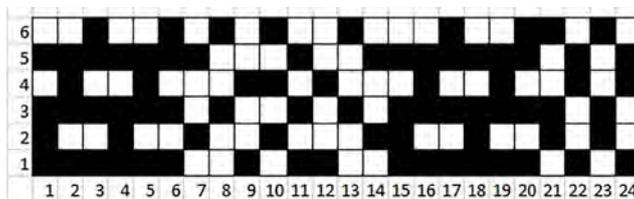
В работе спроектированы рубчиковые переплетения нового вида, которые строятся на базе уточных репсов и закрепляющих переплетений, а для усиления продольного эффекта в них применяют на границе рубчиков две основные нити, переплетающиеся с утком полотняным переплетением [2–4]. Выбор в качестве базовых рубчиковых переплетений не случаен: наличие длинных уточных настилов способствует появлению рельефного рисунка в ткани, поскольку в

настилах уток располагается прямолинейно и не имеет уработки, уходит на изнанку, тем самым стягивая закрепленные участки. Использование в утке пряжи из котонизированного льняного волокна будет способствовать усилению рельефа, так как на свободных участках она имеет большую усадку в процессе отделки ткани. Разработанные переплетения от существующих отличаются следующим:

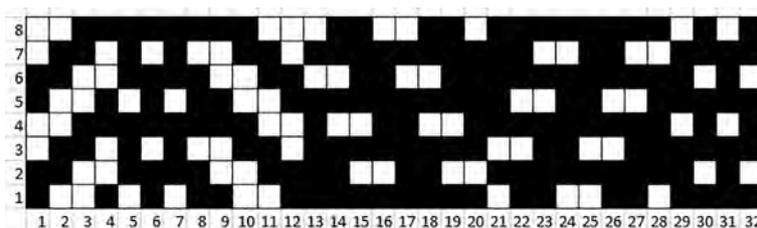
- применением в одном рисунке уточных репсов с разной длиной настилов и закрепляющих саржевых переплетений с противоположным направлением диагоналей (рис. 1 а);
- расположением длинных настилов не в шахматном порядке, как в базовом репсе, а на рядом расположенных горизонтальных междустрочиях (рис. 1 б);
- размещением между рубчиками на основных нитях, выполняющих роль просновок, нескольких видов переплетений (рис. 1 в).



а



б



в

Рисунок 1 – Рисунки переплетений в продольную полосу на базе рубчиковых с закреплением длинных уточных настилов

Разработанные рисунки могут быть реализованы на ткацких станках как с ремизоподъемной кареткой с использованием проборки по рисунку, так и с жаккардовой машиной в качестве зевобразовательного механизма [5–8]. На предприятии установлено 12 ремизных и 36 жаккардовых станков.

Костюмные ткани мелкоузорчатых переплетений в недостаточном объеме вырабатываются на станках с ремизоподъемной кареткой. Это объясняется рядом факторов:

- ограничением размеров раппорта переплетения по основе, вызванное числом ремизок в заправке на станках и видом использованной проборки основных нитей в ремиз;
- отсутствием возможности производить ткани сложных структур, позволяющих использовать на их поверхности объемные, фактурные эффекты;
- сохраняющимся спросом на льняные ткани полотняного переплетения любого назначения от бельевых до технических, – исключает простой ткацкого

оборудования.

Жаккардовые ткацкие станки на РУПП «Оршанский льнокомбинат» имеют 15 вариантов проборок аркатных шнуров в касейную доску, это смешанные проборок, предназначенные для наработки тканей с каймовым рисунком, рядовые одно- и многочастные. Последние не все могут быть использованы в производстве костюмных тканей, что связано с шириной заправки, от которой зависит ширина готовой ткани, являющимся важным показателем, влияющим на межлекальные отходы при раскрое.

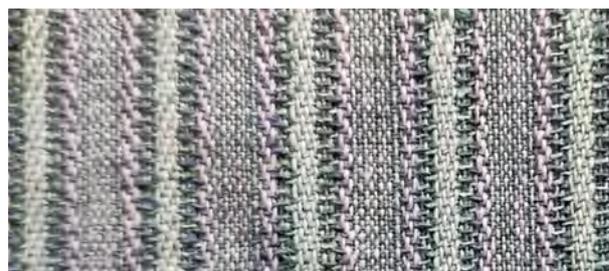
Сложившаяся тенденция к снижению спроса на столовое белье в повседневной жизни людей: скатерти, салфетки, мултоны, напероны, рушники и дорожки, – приводит к недостаточной загрузке ткацкого оборудования, в том числе станков с электронным управлением, заправленных под выработку штучных изделий, рисунок которых в большинстве своем характеризуется наличием симметричной каймы и фона, что достигается использованием смешанной проборок аркатных шнуров в касейную доску. Перезаправка жаккардовой машины связана с ее перепрограммированием, это требует значительных дополнительных финансовых вложений.

Исходя из вышеизложенного, с учетом возрастающего спроса на костюмные ткани, возникла необходимость в использовании ткацких станков с существующими на предприятии заправками жаккардовых машин для разработки тканей сложных структур с раппортными рисунками, включая мелкозорчатые и крупнозорчатые переплетения, что позволит расширить ассортимент выпускаемых тканей и исключить простой дорогостоящего оборудования. Поэтому переплетения, представленные на рисунке 1, реализованы на ткацких станках с жаккардовой машиной, заправленной под рядовую проборок аркатных шнуров в касейную доску. На рисунке 2 представлены опытные образцы тканей.

Анализ структуры тканей показал, что с помощью созданных переплетений их поверхность приобрела не только высокую объёмность, но и четко читаемый ткацкий рисунок продольной полосы. Если наработка тканей с рисунком нового вида на ткацких станках, имеющих рядовую проборок аркатных шнуров в касейную доску, не требует корректировки развернутого патрона, то использование смешанной проборок влечет за собой индивидуальный подход к процессу проектирования рисунка.

Во-первых, раппорт по основе должен быть кратен числу нитей в каждой из частей рядовой проборок аркатных шнуров в касейную доску в фоне ткани. Поскольку в обратной проборок, используемой в кайме другое число нитей, у кромок ткани формируется часть раппорта переплетения.

Во-вторых, в ремизных рисунках, как и в жаккардовых, должна присутствовать ось симметрии по основе, иначе направление диагоналей саржи, закрепляющих переплетений и просновок на стыке двух проборок, бу-



а



б



в

Рисунок 2 – Внешний вид тканей, наработанных на жаккардовых ткацких станках с рядовой трехчастной проборок

дет противоположным [9]. С этой целью произведена корректировка рисунков.

Так, в первом варианте переплетения (рис. 1 а) в качестве закрепляющего переплетения присутствует саржа только с одним направлением диагоналей (нити 1–6), поэтому для перестроения этого переплетения следует добавить аналогичный элемент с противоположной диагональю, при этом увеличивается раппорт по основе на шесть нитей (для рубчика) и дополнительно на четыре нити в просновке между рядом расположенными рубчиками, в качестве которой использован фрагмент ломаной саржи. В варианте два (рис. 1 б) симметричность достигнута изменением направления сдвига закрепляющего переплетения в одном из рубчиков (нити 15–20). В переплетении (рис. 1 в) рисунок дополнен одной полосой (нити 29–32), которая размещена между нитями 12 и 13.

Таким образом, для достижения симметрии рисунка с вертикальной полосой предложено использовать следующие приемы:

- применять четное количество рубчиковых

переплетений в раппорте полосы при оси симметрии в просновке;

- увеличивать базовое переплетение на часть раппорта, не имеющего симметрии;
- изменять направление сдвига в саржах, использующихся в закрепляющих и переплетениях просновок;
- повторять полный базовый раппорт с одновременным изменением сдвига.

Основные требования к размерам раппорта определяются схемой проборки аркатных шнуров в кассейную доску в ее средней части. На предприятии существуют четыре варианта схем смешанной проборки, отличающиеся частностью и количеством крючков, предназначенных для формирования каймы и фона. Это количество должно быть кратно раппорту по основе перестроенного переплетения. Кроме соблюдения кратности необходимо определить нить, с которой требуется начинать в обратной или заканчивать в рядовой построение переплетения. Это обусловлено тем, что на стыке рядовой и обратной проборок происходит сбой рисунка переплетения, заключающийся в появлении на двух рядом расположенных нитях основы одинаковых перекрытий, а также изменение направления диагоналей в саржевых переплетениях.

Для определения первой нити переплетения необходимо найти место симметрии в раппорте, в котором при зеркальном отображении отсутствует сбой рисунка, как правило, это середина узкой полосы, не имеющей направленного сдвига.

На рисунке 3 проиллюстрированы две возможные оси симметрии перестроенного переплетения, показанного на рисунке 1 в.

Из рисунка 3 а видно, что базовое переплетение в продольную полосу имеет участки с противоположным направлением диагоналей: нити 1–4 и 8–11; 17–24 и 25–32. На стыке двух проборок возможно видоизменить переплетение (перестроить с определенной

нити), создав оси симметрии между нитями основы 6 и 7 или между 24 и 25. Анализ фрагментов перестроенных участков переплетения (рис. 3 б, в), показал, что во втором случае получилась равнозначная замена направления закрепляющего переплетения, одновременно произошло увеличение длинного настила до 16 нитей, что не допустимо для костюмных тканей. Симметрия на рисунке 3 б при удалении из переплетения одной нити (первой нити обратной проборки или 36* на рис. 3 в) не влияет на визуальное восприятие рисунка в ткани.

Переплетения (рис. 1) перестроены с учетом вышеуказанных рекомендаций, фрагменты переплетений на стыке рядовой и обратной проборок (без учета 1-ой удаленной на ткацком станке нити) и соответствующие фрагменты образцов тканей представлены на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что на стыке двух видов проборок в ткани не происходит сбоя рисунка, раппорт по основе повторяется также, как и при рядовой проборке, что подтверждено службой контроля качества предприятия при визуальной оценке рисунка, созданного на поверхности ткани.

Таким образом, результаты проведенной работы свидетельствуют о том, что при ограниченной востребованности традиционного столового белья, ткацкие станки, предназначенные для их изготовления, могут успешно использоваться для выработки тканей с раппортным рисунком любой направленности при соблюдении рекомендаций в процессе их проектирования.

ВЫВОДЫ

1. Спроектированы новые виды переплетений на базе рубчиковых с закреплением длинных уточных настилов, характеризующихся различной шириной рельефного рубчика, наличием в одном рисунке раз-

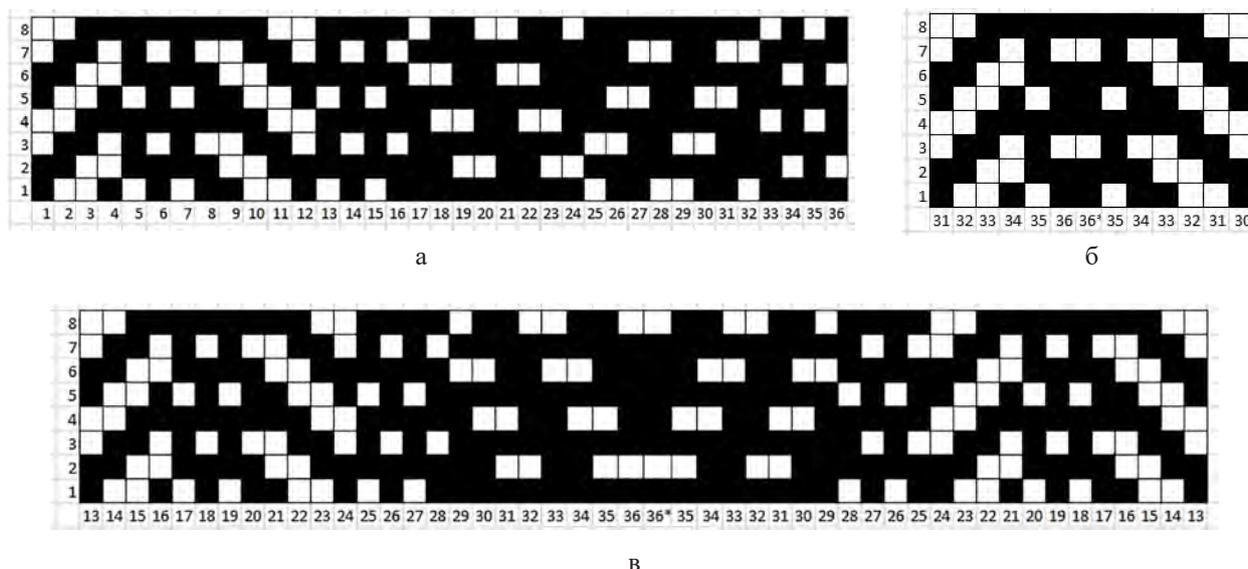
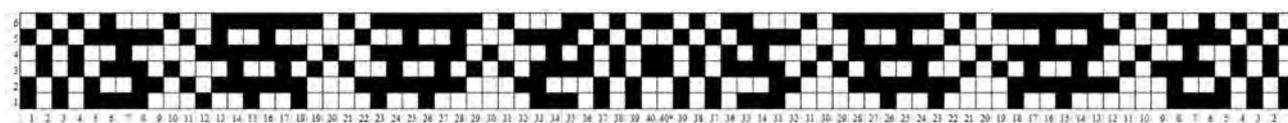


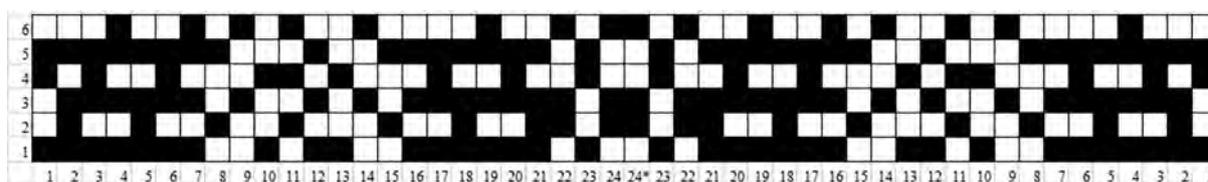
Рисунок 3 – Перестроенное переплетение (а) с двумя осями симметрии: б – по первой оси; в – по второй



а



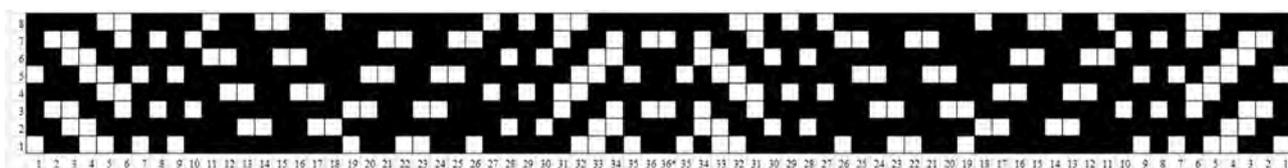
б



в



г



д



е

Рисунок 4 – Переплетения (а, в, д), образцы тканей (б, г, е), полученные на стыке рядовой и смешанной проборок аркатных шнуров в кассейную доску

личных закрепляющих переплетений и переплетений просновок.

2. Разработаны рекомендации по проектированию рисунков комбинированных мелкозорчатых переплетений на ткацких станках с жаккардовой машиной, имеющей смешанную пробороку аркатных шнуров

в кассейную доску, предназначенную для выработки тканей с каймовым рисунком.

3. Расширен ассортимент костюмных льносодержажущих тканей с объёмным эффектом продольной полосы на станках с существующими заправками на РУПП «Оршанский льнокомбинат».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Квасникова, В. В. Мировой рынок льняной ткани: состояние и перспективы развития : монография / В. В. Квасникова, О. О. Герасимова. – Витебск: УО «ВГТУ», 2022. – 101 с.
2. Мартынова, А. А. Строение и проектирование тканей / А. А. Мартынова, Г. Л. Слостина, Н. А. Власова. – М., РИО МГТА, 1999. – 434 с.
3. Толубеева, Г. И. Основы проектирования однослойных ремизных тканей : учебник / Г. И. Толубеева. – Иваново: ИГТА, 2005. – 200 с.
4. Б. Лунд-Иверсен. Ткацкие переплетения / пер. с норв. Б. Лунд-Иверсен. – М.: Легнромбытиздат, 1987 – 104 с.
5. Дзембак, Н. М. Конструирование жаккардовых тканей : учебное пособие / Н. М. Дзембак. – Санкт-Петербург: СПГХПА им. А. Л. Штиглица, – 104 с.
6. Толубеева, Г. И. Главные и мелкозорчатые переплетения : учебник / Г. И. Толубеева [и др.]. – Иваново: ИГТА, 2006. – Ч. I. – 180 с.
7. Муратова, Г. И. Компьютерная технология проектирования мелкозорчатых тканей / Г. И. Муратова, А. И. Кальченко, А. В. Плетюхин // Проблемы развития малоотходных ресурсосберегающих экологически чистых технологий в текстильной и легкой промышленности (Прогресс-95): тез. докл. междунар. научно-техн. конф. / ИГТА. – Иваново, 1995. – С. 104–106.
8. Толубеева, Г. И. Основы проектирования крупнозорчатых тканей : учебник / Г. И. Толубеева. – Иваново: ИГТА, 2012. – 344 с.
9. Милеева, Е. С. Технология получения костюмных жаккардовых тканей с использованием смешанной проборки / Е. С. Милеева, Г. В. Казарновская // Вестник Витебского государственного технологического университета, 2021. – № 2(41) С. 34–42

REFERENCES

1. Kvasnikova V. V. The world market of linen fabric: state and prospects of development : monograph / V. V. Kvasnikova, O. O. Gerasimova. – Vitebsk: UO "VSTU", 2022. – 101 p.
2. Martynova A. A. Structure and design of fabrics / A. A. Martynova, G. L. Slostina, N. A. Vlasova. – M., RIO MGTA, 1999. – 434 p.
3. Tolubeeva, G. I. Fundamentals of designing single-layer remize fabrics: textbook / G. I. Tolubeeva. – Ivanovo: IGTA, 2005. – 200 p
4. B. Lund-Iversen. Weaving weaves / per. with norv. B. Lund-Iversen. – M.: Legnrombitizdat, 1987. – 104 p.
5. Dzembak N. M. The design of jacquard fabrics: a textbook / N. M. Dzembak. – St. Petersburg: A. L. Stiglitz SPGHPA, – 104 p.
6. Tolubeeva, G. I. Main and small-patterned interlacing : textbook / G. I. Tolubeeva [and others].. – Ivanovo: IGTA, 2006. – Part I. – 180 с.
7. Muratova, G. I. Computer technology of designing fine-patterned fabrics / G. I. Muratova, A.I . Kalchenko, A. V. Pletyukhin // Problems of development of low-waste resource-saving environmentally friendly technologies in textile and light industry (Progress-95): tez. dokl. international scientific and technical. conf. / IGTA. – Ivanovo, 1995. – pp. 104–106.
8. Tolubeeva, G. I. Fundamentals of designing large-patterned fabrics : textbook / G. I. Tolubeeva. – Ivanovo: IGTA, 2012. – 344 p.
9. Mileeva, E. S. Technology for producing costume jacquard fabrics using mixed cork / E. S. Mileeva, G. V.Kazarnovskaya // Bulletin of Vitebsk State Technological University, 2021. – No. 2(41) pp. 34–42

SPISOK LITERATURY

1. Kvasnikova V. V. Mirovoj ryok l'njanoy tkani: sostojanie i perspektivy razvitija : monografija / V. V. Kvasnikova, O. O. Gerasimova. – Vitebsk: UO «VGTU», 2022. – 101 s.
2. Martynova A. A. Stroenie i proektirovanie tkaney / A. A. Martynova, G. L. Slostina, N. A. Vlasova. – M., RIO MGTA, 1999. – 434 s.
3. Tolubeeva, G. I. Osnovy proektirovanija odnoslojnyh remiznyh tkaney : uchebnik / G. I. Tolubeeva. – Ivanovo: IGTA, 2005. – 200 s.
4. B. Lund-Iversen. Tkackie perepletenija / per. s norv. B. Lund-Iversen. – M.: Legnrombytizdat, 1987 – 104 s.
5. Dzembak N. M. Konstruirovanie zhakkardovyh tkaney : uchebnoe posobie / N. M. Dzembak. – Sankt-Peterburg: SPGHPA im. A. L. Shtiglica, – 104 s.
6. Tolubeeva, G. I. Glavnye i melkouzorchatye perepletenija : uchebnik / G. I. Tolubeeva, T. I. Shejnova,

T. Ju. Kareva, R.I. Perov. – Ivanovo: IGTA, 2006. – Ch. I. –180 s.

7. Muratova, G. I. Komp'juternaja tehnologija proektirovanija melkouzorchatyh tkaney / G. I. Muratova, A. I. Kal'chenko, A.V. Pletjuhin // Problemy razvitija maloethodnyh resursosberegajushhih jekologicheski chistyh tehnologij v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (Progress-95): tez. dokl. mezhdunar. nauchno-tehn. konf. / IGTA. – Ivanovo, 1995. – S. 104–106.

8. Tolubeeva, G. I. Osnovy proektirovanija krupnouzorchatyh tkaney : uchebnik / G. I. Tolubeeva. – Ivanovo: IGTA, 2012. – 344 s.

9. Mileeva, E. S. Tehnologija poluchenija kostjumnyh zhakkardovyh tkaney s ispol'zovaniem smeshannoj proborki / E. S. Mileeva, G. V. Kazarnovskaja // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta, 2021. – № 2(41). – S. 34–42

Статья поступила в редакцию 06.03.2023.

Анализ навигации и композиционного строения страниц сайтов интернет-магазинов

Н.Д. Нестерович, Н.Н. Самутина^а
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: asamusiya@mail.ru

Аннотация. В работе изучены три вида интернет-магазинов, их специфика, а также эргономические особенности. Произведена сравнительная характеристика главной страницы сайтов, страницы поиска товара и экрана прокрутки. Определены оригинальные функциональные и эстетические показатели, виды навигации, по которым возможна дальнейшая разработка сайтов интернет-магазинов.

Ключевые слова: интернет-сайт, эргономические особенности сайта, функциональные показатели, эстетические требования.

Analysis of Navigation and Composition Structure of Pages of Internet Stores Sites

N. Nesterovich, N. Samutsina^a
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: asamusiya@mail.ru

Annotation. The paper examines three types of online stores, their specifics, as well as ergonomic features. A comparative characteristic of the main page of the sites, the product search page and the scroll screen were made. The original functional and aesthetic indicators, types of navigation, according to which further development of online store sites is possible, are determined.

Key words: website, ergonomic features of the site, functional indicators, aesthetic requirements.

В современном мире онлайн-продажи становятся одним из самых доступных и простых способов купить любой товар. На фоне происходящей в мире ситуации с коронавирусной инфекцией позиции интернет-магазинов еще больше укрепились. В условиях жесткой конкуренции такие ресурсы стараются повысить свою привлекательность для клиентов. Это может проявляться в большем акценте на качестве предоставляемых услуг, уровне обратной связи, более быстрой и качественной доставке и дизайне самого сайта. Поэтому понимание структуры и композиционного строения страниц сайта интернет-магазина может стать существенным в будущей практической деятельности любого дизайнера.

Цель работы: изучить историю и особенности веб-сайта, композиционное формирование страниц интернет-магазинов.

Задачи: выявить классификацию; проанализировать эргономику и компоновку главной страницы сайтов; выполнить сравнительную характеристику композиционного построения страниц сайтов и интернет-магазинов.

Исходя из истории, первый интернет-магазин по-

явился в 1992 году в США, он был связан с продажей книг и основан предпринимателем Чарльзом Стеком. Это связано с тем, что книги в то время покупались по бумажным каталогам, которые визуально выглядели также, как страницы первых сайтов. Через некоторое время в интернет-магазинах стали появляться новые товары: видеокассеты, CD-диски и другие товары, цены на которые менялись не часто. В 1996 появился интернет-магазин Amazon, в котором товарный ряд был представлен практически полным ассортиментом обычных магазинов. Появление интернет-банков облегчило возможности оплаты купленных онлайн товаров.

Проанализировав изменения главной страницы сайтов интернет-магазинов, можно сделать вывод о том, что в ходе процесса эксплуатации визуальный и функциональный образ сайта должен постоянно меняться, чтобы не устаревать, успевать за изменениями потребностей потребителей и продавцов и общего роста уровня развития технологий. Большое значение играет знание технических ограничений, особенностей и способов, которые в процессе проектирования и работы сайта применялись другими дизайнерами.

Основные моменты анализа:

1. Внешний вид сайтов. Ранее был простым из-за множества ограничений, от малой скорости интернета до недостаточно развитого уровня технологий. Маленькое количество фотографий связано с низкой скоростью интернета.

2. Сетка, по которой выравниваются элементы сайта. В современных версиях есть четкое деление на столбцы с карточками с контентом, а в более ранних версиях деление на части узкую левую и правую со ссылками и центральный блок с текстом и изображениями.

3. Типографические особенности. Наличие огромного центрального блока и отсутствие ограничений на длину строки привели к тому, что текст стало физически сложно читать. В современном web-дизайне длина строк на сайтах ограничена до 60 символов.

4. Шрифты, применяемые на сайте. Ранее почти все сайты имели стандартный антиквенный набор шрифтов. В настоящее время используются лицензированные или свободно распространяемые шрифты, специально разработанные для виртуальной среды и применяемые в современном web-дизайне.

5. Цветовая палитра сайта. Была ограничена из-за технического развития web-среды и качества цветопередачи мониторов.

6. Негативное пространство. Ранее занимало большое количество, при этом был небольшой размер изображений, отсутствие акцентов, большое количество висящих слов, отсутствие надлежащей структуры в самих карточках товаров. В настоящее время пользователи могут рассмотреть большие и, относительно, качественные фотографии товаров. Тем самым состоялся переход от текстового описания товаров к визуальному стилю.

Далее проанализирована навигация web-сайта. Она формирует скелет его структуры и выступает главным инструментом пользователя при работе с контентом. При этом задачей дизайнера становится создание четкого визуального образа навигации, отражающего ее место в информационной системе web-сайта и способствующего оптимальному выполнению функций: перехода и ориентирования. Анализ навигации сайта традиционно проводится на базе следующих факторов:

- глубина: в три клика можно добраться до самых удаленных частей;
- отсутствие технологий Flash и Java-Script;
- видимость переходов: ссылки видны и ярко выделены;
- распознаваемость: представление и понимание общей структуры;
- шрифты: должны быть умеренных размеров и хорошо восприниматься;
- карта сайта: ведёт пользователя по спланированному заранее маршруту.

Изучив организационные элементы навигации

страниц web-сайта с учетом семантического проектирования определены рекомендации для отдельных элементов страницы:

- логотип размещается вверху страницы слева, описание деятельности или название фирмы – под логотипом;
- информация о доставке максимально локальна;
- шапку сайта не следует перегружать информацией и ссылаться на социальные сети;
- в основном меню размещают не более 5–7 ссылок: каталог товаров или услуг (выпадающий пункт меню); страница о компании; варианты оплаты, доставки, гарантии и возврата; портфолио (при наличии); акции и скидки; отзывы (для сайтов услуг); блог (при наличии); контактные данные;
- форму поиска рекомендуется разместить в шапке. Она должна состоять из поля ввода и кнопки запуска;
- footer сайта включает: ссылки на все разделы без исключений; подробные контактные данные; ссылки на социальные сети; форму заказа обратного звонка (если он отсутствует в шапке);
- дополнительные навигационные элементы размещают в боковом меню, слева от основной части страницы, в разделе, к которому они относятся, и не дублируют их на всех страницах;
- «хлебные крошки» располагают в одном месте на всех страницах web-сайта (кроме главной) под главным меню, выполняют их некрупным шрифтом, последний элемент должен совпадать с наименованием страницы и быть выделен жирным написанием шрифта;
- фильтры располагают на видном месте, кнопки запуска и отмены фильтров не размещают близко друг к другу. Составляющие фильтров: категории продуктов; новинки и/или акции; наличие товара; диапазон цен;
- ссылки в главной части web-страницы следует выделять менее ярким оттенком основного цвета ссылок и подчеркивать. Дополнительные эффекты при наведении курсора не видны с мобильных устройств. Ссылки на сторонние сайты должны открываться в новой вкладке;
- ошибочно использование разнообразных картинок, в том числе гифок на главной странице;
- слишком кричащие цвета сайта и кликабельная реклама отвлекает посетителя и уводит его с ресурса.

Можно сделать вывод о том, что на любом web-сайте продуманная навигация может считаться главным показателем удобства ресурса. Сложные переходы начнут дезориентировать посетителя и помешают ему найти нужную информацию.

Исходя из поставленных задач, выполнив анализ литературных источников, без учета специфических признаков, таких как виды продаж или другие виды деления, в целом, действующую классификацию ин-

тернет-магазинов можно представить в следующем виде:

- масс-маркет интернет-магазины, не имеющие определенной специфики и ориентированные на большое количество недорогих товаров;
- узконаправленные интернет-магазины, реализующие только отдельные виды товаров: спортивный инвентарь, магазины одежды и т. п.
- интернет-магазины, которые используют сайт для демонстрации своей продукции и редко предполагают онлайн-покупки, например, ювелирные автобренды;
- интернет-аукционы, не имеющие постоянного набора товаров и занимающиеся продажей лотов пользователям, которые могут предложить наибольшую цену.

При проектировании сайтов можно выделить следующие эргономические ориентиры: принцип внутреннего и внешнего, наличие пустого пространства, иерархичность информационной структуры страниц сайта, наличие четкой столбчатой, модульной, коллажной или любой другой сетки, четкое выделение основных целевых элементов, эффективная и эстетичная работа с типографикой. Важно обратить внимание на более длительную работу с пользователем, его возврат на ресурс, удержание и продвижение продукта среди других пользователей.

Лицом любого сайта является его главная страница, его контент. Так как наиболее прибыльными магазинами на данный момент являются магазины с широким перечнем товаров, такие как флагман интернет-торговли Amazone, быстрорастущий Aliexpress, дающий покупателям низкую цену и широкий ассортимент, и

магазин, базирующийся в странах СНГ, Wildberries.

Проведен анализ страниц сайтов рассматриваемых интернет-магазинов. Цветом выделены следующие элементы анализа: красным – фото-видеоматериал; желтым – текстовая информация первого порядка; светло-желтым – текстовая информация второго порядка; синим – числовая информация, скидки, курсы акций (рис. 1–6).

Выполнив сравнительную характеристику композиционного построения главных страниц, было установлено, что главная страница Amazon сохраняет определенную визуальную строгость и выполнена по стандартной 12-колоночной сетке, все основные карточки выполнены в одном размере и стиле, что позволяет посетителю самому решать, что для него важнее. Фото товара хорошо подобраны, наличие двух строк текста с содержанием визуального блока и его категории. На странице нет информации о ценах или скидках и есть слайдер, рассказывающий об особенностях компании и ее достижениях. Он выполнен в форме круга, что помогает разрядить и ослабить строгость квадратных фотографий с прямыми, визуально острыми углами. Такую же роль выполняет простая векторная иллюстрация, выполненная в теплых тонах, совместно с цветами шапки и подвала сайта, дизайн главной страницы копирует цветовую гамму логотипа магазина (рис. 1 а, б).

Aliexpress сразу превращает главную страницу в виртуальный прилавок, с бесконечным пролистыванием товаров. По границам от основного контента выделяется большая площадь, что субъективно является не лучшим решением из-за малого размера, используемого на странице. Визуально сайт соответствует

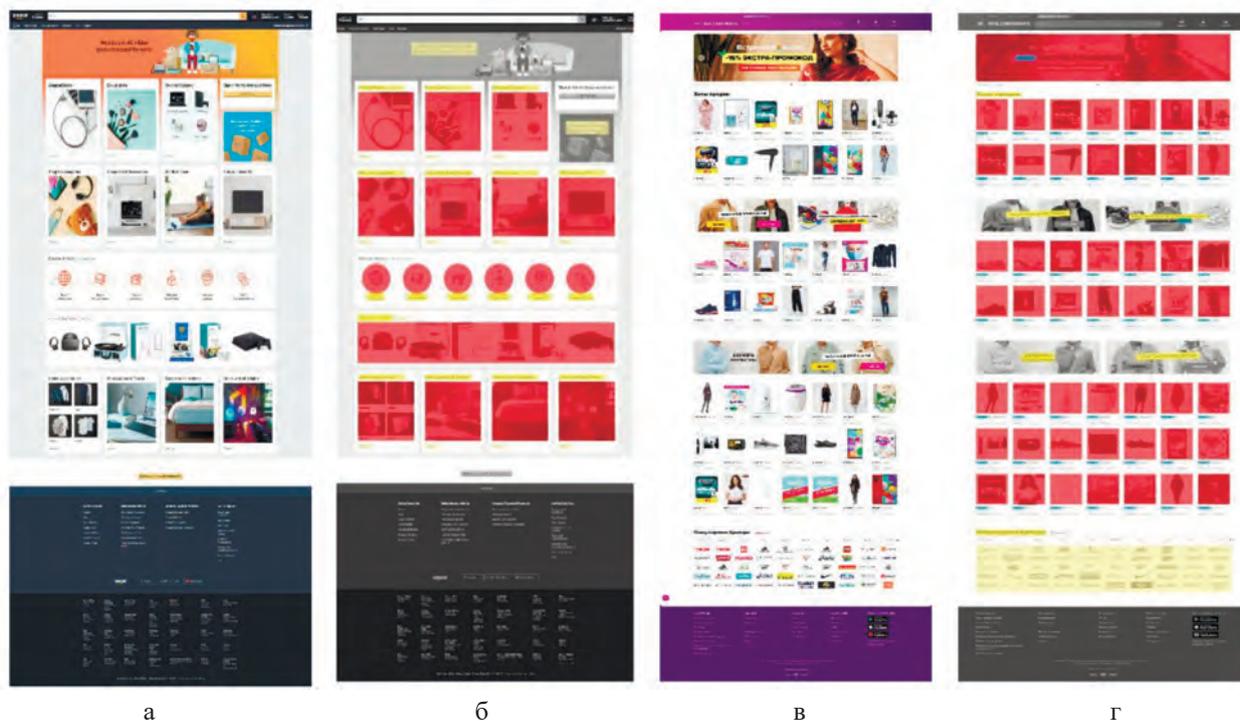


Рисунок 1 – Анализ главной страницы сайта интернет-магазина: а, б – Amazon; в, г – Wildberries

12-ти колоночной сетке, но в то же время ее нарушает специфическое расположение разноразмерных карточек и информационных блоков. Структуру самой страницы можно без особого труда визуально разделить

на 2–2,5 информационных блока: стандартный баннер с информацией о скидках и временных предложениях, каталог категорий и предложение зарегистрироваться или войти в существующий аккаунт (рис. 2 а, б).

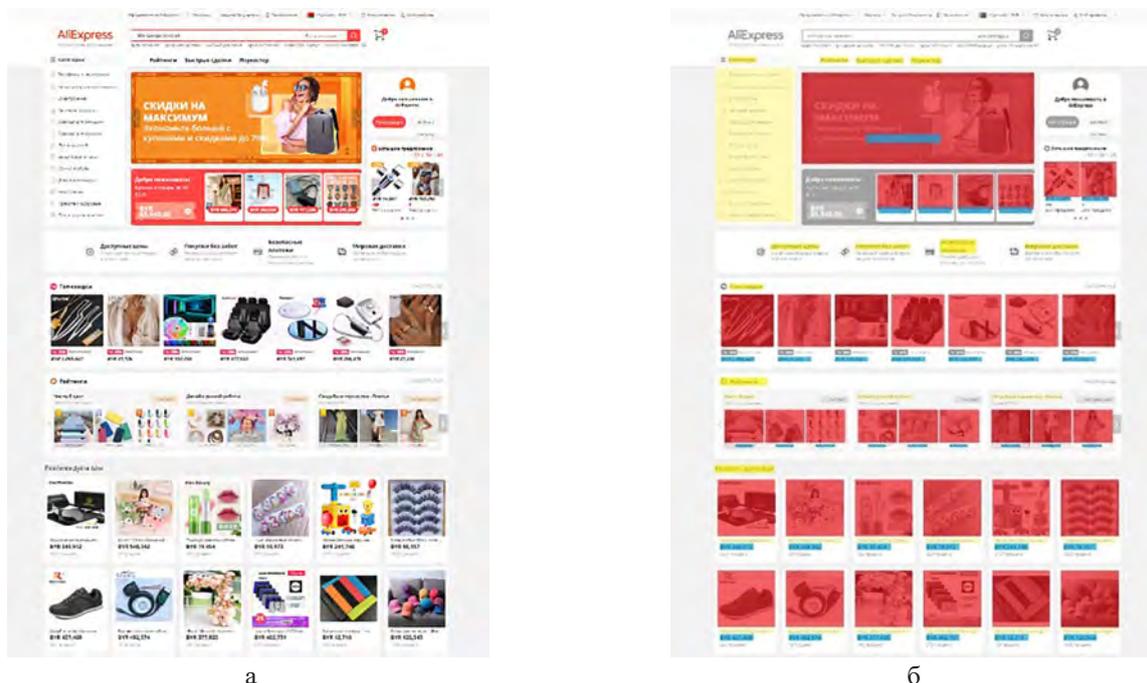


Рисунок 2 – Анализ главной страницы сайта интернет-магазина Aliexpress

Сайт интернет-магазина Wildberries, имеющего несколько магазинов-аналогов на территории Республики Беларусь, имеет минималистичное методическое решение. Первый блок представляет собой большой баннер с рекламой скидок и новинок, интегрированный в тройной слайдер. Далее следует блок карточек товаров, объединенных общим признаком «Хиты продаж». Главная страница заканчивается большим списком брендов, с которыми сотрудничает интернет-магазин, или которые можно на нем приобрести. Важным визуальным и композиционным элементом сайта является его шапка, об этом можно судить по его большему размеру относительно остального контента сайта. При этом сама шапка выполнена относительно минималистично, в цветах компании, как и футер. Акцент на дизайне здесь больше на визуальной части. Текстовая информация на карточках полностью удалена, кроме цены и рейтинга, что позволяет пользователю не отвлекаться на дополнительную информацию (рис. 1 а, б).

Анализ экрана поиска на всех трех сайтах показал следующее. Базовым и основным элементом любого онлайн магазина является его список товаров. Качественно реализованная функция поиска позволяет сайту многократно повысить конверсию, самым эффективным способом улучшить качество поиска является грамотно сделанный дизайн, не только с позиции визуального решения, но и с технически-аналитической стороны (рис. 3).

Хедер страницы Amazon абсолютно идентичен хедеру главной страницы сайта. А использование яркого оранжевого фирменного цвета Amazon в разы уменьшается, чтобы не отвлекать пользователя от самих товаров. Базовые элементы каталога создатели сайта вывели в боковое меню, не делая на них значительный акцент. Весь основной экран занят множеством карточек в который по порядку убывания уделяется значение изображению, названию товара и после его цене. Сайт делит товары для удобства пользователя на отдельные окна Top rated, Amazon choice, Related searches, в отдельных блоках в конце страницы предлагает пользователю несколько брендов, релевантных его запросу (рис. 3 а, б).

Wildberries доводит идею изменения карточек товаров до логичного конца, полностью убирая с них всю текстовую информацию, оставляя только изображение и цену с рейтингом, позволяя пользователю не отвлекаться на дополнительную информацию, вроде бренда или названия товара, которая бесполезна в процессе выбора и перегружает посетителя сайта. В зону над карточками вынесены схожие запросы о дополнительных товарах. На экране видны только четыре столбца товаров, с более крупными изображениями, это в меньшей степени давит на пользователя (рис. 3 в, г).

Aliexpress ограничивает использование яркого фирменного цвета в сравнении с главной страницей, но не убирает её полностью, а оставляет её как акцент-

ные цвета в логотипе, поисковой строке и нескольких UI-элементах. Меню подбора товаров по фильтру вынесено в левую часть сайта, оставляя всё поле страницы для товаров. Над карточками с товарами располагается несколько вариантов, позволяющих пользователю выбрать специфику сортировки товаров. При этом стоит обратить внимание на разную комплектацию

товарных карточек. После самого изображения товара главным является выделенная жирным шрифтом и большим кеглем цена. Используются абсолютно идентичные карточки на всей протяженности страницы, что лишает пользователя удобства выбора и вынуждает его перебирать множество однотипных карточек, в поисках искомого товара (рис. 4).

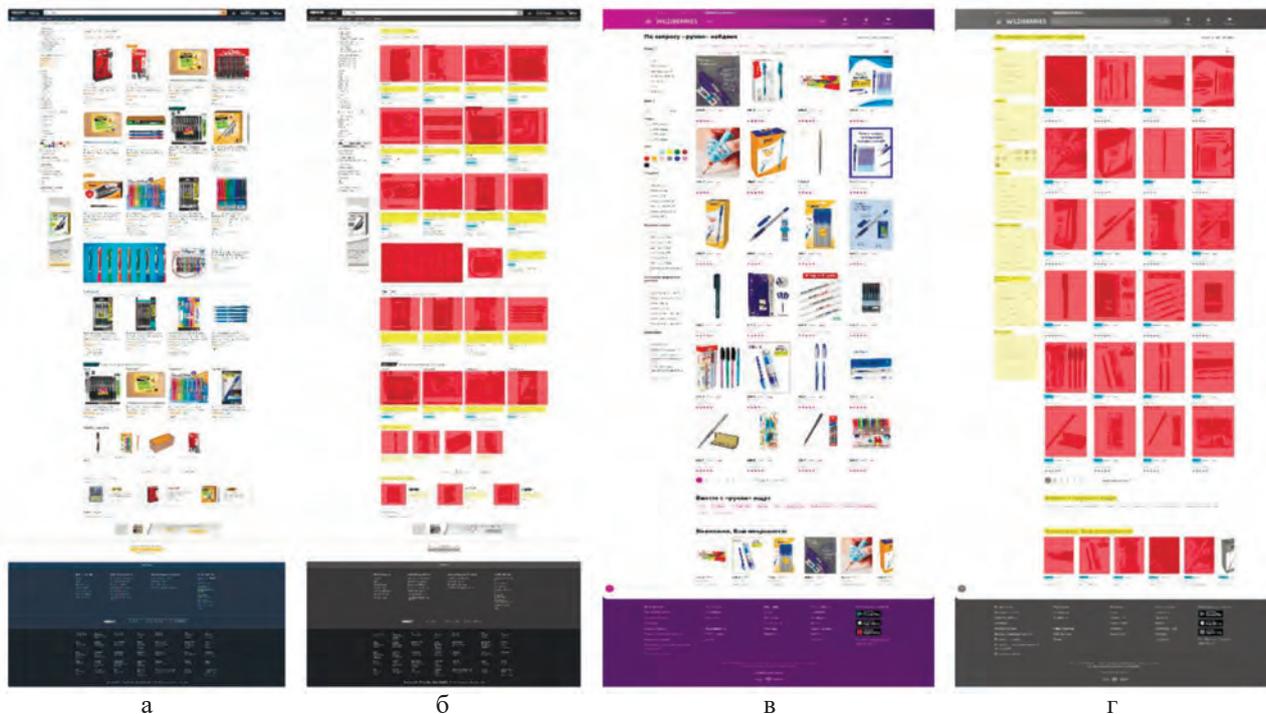


Рисунок 3 – Страница экрана поиска сайта интернет-магазина: а, б – Amazon; в, г – Wildberries

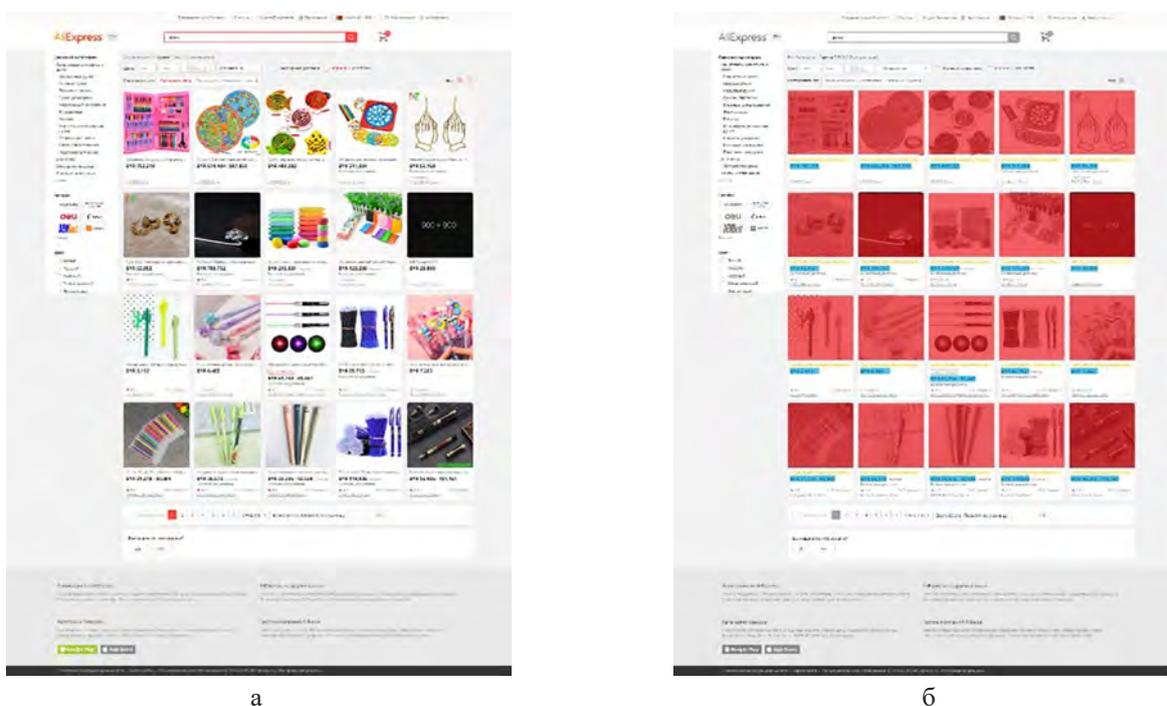


Рисунок 4 – Страница экрана поиска сайта интернет-магазина Aliexpress

Анализ экрана покупки товаров на рассматриваемых сайтах показал следующее. Независимо от любых факторов и титанических стараний дизайнеров ничто не сможет заставить пользователя купить товар, кроме самого товара и плюсов, которые покупатель ожидает получить от этой покупки. Исходя из этого, можно смело сказать, что самая главная страница сайта, та, на которой и происходит целевое действие, а в случае с интернет-магазинами это страница обзора конкретного товара.

На странице осмотра товара Amazon даёт пользователю большое количество информации и много вариантов подбора комплектации товара. У покупателей есть возможность приобретать товары с широким полем выбора в самом продукте, в случае данного запроса это выражается наличием нескольких элементов выбора: Style, Size, Color. В меню выбора вариантов товара первое место на странице занимает название и изображение товара, слева от основного изображения расположены несколько дополнительных картинок, показывающих товар с разных ракурсов. Справа от этого блока расположено окно с покупкой товара, в котором перечислена вся основная информация, связанная с покупкой и доставкой, что является плюсом для сайта, так как это позволяет покупателю быстро ознакомиться с данной информацией и упростить дальнейшее решение о покупке. Есть выделенная для продавца зона, в которой тот может с помощью изображений

кратко описать свой товар покупателю. После чего идет небольшая таблица с информацией о товаре. Следом за которой расположены ссылки на видеоролики с обзором товара, что облегчает возможность выбора для покупателя, таблица сравнения, составленная самим сайтом Amazon, за которой идёт очередной слайдер с подборкой схожих товаров. Для любого пользователя полезной будет возможность получить ответы на свои вопросы, для чего Amazon располагает небольшой блок, предназначенный для того, чтобы отвечать на самые частые из возможных вопросов (рис. 5 а, б).

У Aliexpress есть некоторые отличия. Первый блок информации на странице почти полностью о доставке, несколько строк с информацией о гарантиях возврата средств, а на месте информации о покупке – зона рекомендуемых товаров, побуждает пользователя к дополнительным приобретениям. Первый информационный блок выделен цветом.

Значительным отличием Aliexpress: основная информация на странице покупки товара связана с информацией о магазине, продавце, так, например, в боковое меню слева вынесена информация о других категориях товаров, которые наличествуют у продавца. Далее размещены изображения, связанные с товаром, рецензиями обычных покупателей, зона с вопросами и ответами. Страница сайта завершается крупной зоной с рекомендациями других товаров и футером сайта (рис. 5 в, г).

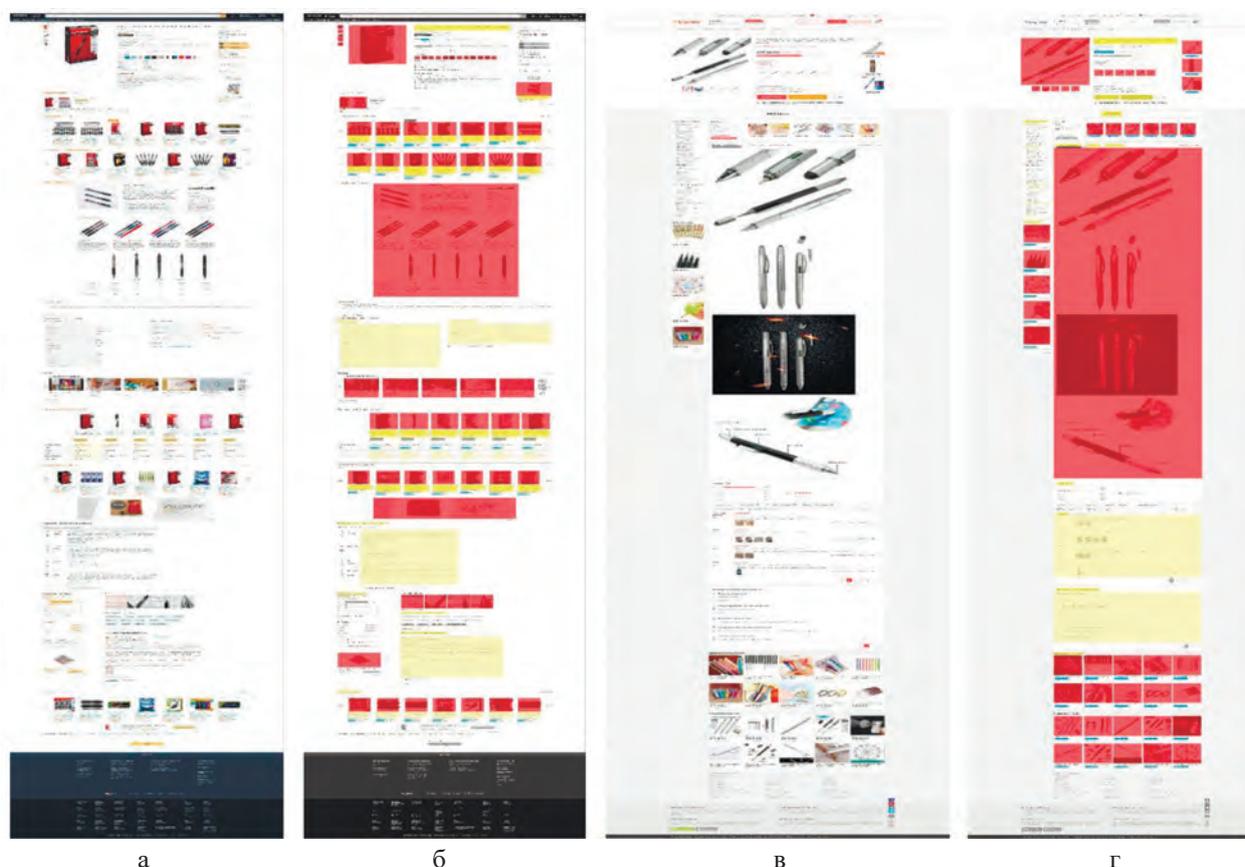
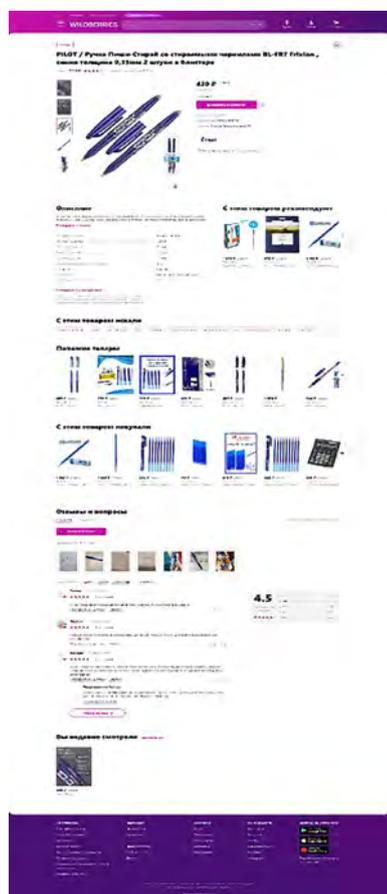


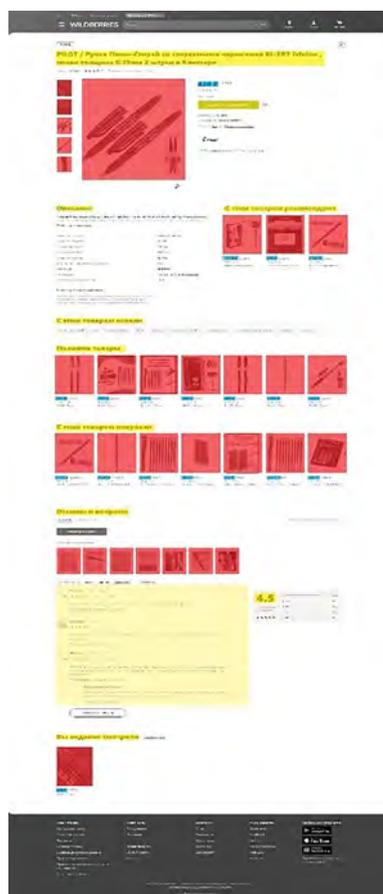
Рисунок 5 – Страница экрана покупки сайта интернет-магазина: а, б – Amazon; в, г – Wildberries

Wildberries минималистичен, страницы лаконичны, используется яркий контраст в размерности и насыщенности текстов разного уровня, что облегчает взаимодействие пользователя с сайтом. Основной информационный блок сайта начинается с большого названия товара, размерностью со всю зону колонок сайта. За первым блоком сайта следуют два блока с кратким описанием характеристик товара и рекомендациями для покупки смежных товаров. После них

идет большая зона информации, связанная с отзывами и вопросами, фотографии из отзывов вынесены в отдельную зону, тем самым облегчив возможность просмотреть их, не отрываясь на сами текстовые. В конце страницы сайта расположена зона с недавно посещенными товарами и стандартный футер сайта. Для разделения блоков используется так называемое «негативное пространство» или «воздух» (рис. 6).



а



б

Рисунок 6 – Страница экрана покупки сайта интернет-магазина Aliexpress

Среди рассматриваемых сайтов наиболее качественным с эргономической точки зрения является сайт магазина Wildberries, это связано с вниманием разработчиков к дизайну страниц. У Amazon и Aliexpress слабый и некачественный дизайн страниц, но это компенсируется работой с аудиторией и маркетингом.

В результате проделанной исследовательской работы определены оригинальные функциональные и эстетические показатели, по которым возможна дальнейшая разработка сайтов интернет-магазинов. На основании этого можно сказать, что большин-

ство маркетплейсов при работе с пользователями обращают внимание не на методы проектирования или базовые эргономические требования, а на маркетинг. Также можно сделать вывод, что дизайнерский и эргономический потенциал всех подобных сайтов по умолчанию ограничен в связи с тем, что они должны быть достаточно простыми и понятными любому пользователю, чтобы не отпугнуть его, избегать слишком сложных композиционных решений и текстовой информации, при этом предоставляя достаточные данные для привлечения покупателя и убеждения совершить покупку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернет-магазины: виды, специфика и преимущества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mir-fin.ru/internet_magasin.htm. – Дата доступа: 05.03.2021.
2. Разработка сайтов: важные термины и понятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vladwebstudio.ru/razrabotka-sajtov-vazhnye-terminy-i-ponyatiya>. – Дата доступа: 05.03.2021.
3. Как улучшить UX при помощи карточного дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/f6d8c3a12af2>. – Дата доступа: 13.04.2021
4. Абрамович, Н. А. Современные виды иллюстрации / Н. А. Абрамович, П. Ю. Нехаева // Тезисы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. – Витебск, 2021. – С. 252–253.
5. Шинвизе, А. А. Анализ эргономики интерфейса туристических приложений / А. А. Шинвизе, Н. Н. Самутина // Тезисы докладов 55-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ». – Витебск, 2022. – С. 186–187.
6. Абрамович, Н. А. Актуальные тренды типографики / Н. А. Абрамович, А. С. Беляева // Материалы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Материалы докладов конференции. В 2-х томах. – Витебск, 2021. – С. 105–107.
7. Самутина, Н. Н. Анализ юзабилити web-сайтов интернет-магазинов / Н. Н. Самутина, А. Л. Белевец // Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Юзабилити в дизайне – дизайн для человека» / науч. редакторы, сост. О. Ф. Никандрова, О. В. Петрухина. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия имени А.Л. Штиглица», 2022. – С. 27–28

REFERENCE

1. Online stores: types, specifics and advantages [Electronic resource]. – Access mode: https://mir-fin.ru/internet_magasin.htm. – Access date: 05.03.2021.
2. Website development: important terms and concepts [Electronic resource]. – Access mode: <https://vladwebstudio.ru/razrabotka-sajtov-vazhnye-terminy-i-ponyatiya>. – Date of access: 05.03.2021.
3. How to improve UX using card design [Electronic resource]. – Access mode: <https://medium.com/f6d8c3a12af2>. – Access date: 13.04.2021
4. Abramovich, N. A. Modern types of illustrations / N. A. Abramovich, P. Yu. Nekhaeva // Abstracts of the 54th International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students. – Vitebsk, 2021. – pp. 252–253.
5. Shinvize, A. A. Analysis of ergonomics of the interface of tourist applications / A. A. Shinvize, N. N. Samutina // Abstracts of the 55th International Scientific and Technical Conference of teachers and students / UO "VSTU". – Vitebsk, 2022. – pp. 186–187.
6. Abramovich, N. A. Actual trends of typography / N. A. Abramovich, A. S. Belyaeva // Materials of reports of the 54th International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students. Materials of the conference reports. In 2 volumes. – Vitebsk, 2021. – pp. 105–107.
7. Samutina, N. N. Usability analysis of web sites of online stores / N. N. Samutina, A. L. Belevets // Abstracts of reports of the All-Russian scientific and practical conference with international participation "Usability in design – design for a person" / Nauch. Editors, comp. O. F. Nikandrova, O. V. Petrukhina. – Saint Petersburg: FSBO UVO "St. Petersburg State Art and Industrial Academy named after A.L. Stieglitz", 2022. – pp. 27–28

SPISOK LITERATURY

1. Internet-magaziny: vidy, specifika i preimushchestva [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://mir-fin.ru/internet_magasin.htm. – Data dostupa: 05.03.2021.
2. Razrabotka sajtov: vazhnye terminy i ponyatiya [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://vladwebstudio.ru/razrabotka-sajtov-vazhnye-terminy-i-ponyatiya>. – Data dostupa: 05.03.2021.
3. Kak uluchshit' UX pri pomoshchi kartochnogo dizajna [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://medium.com/f6d8c3a12af2>. – Data dostupa: 13.04.2021
4. Abramovich, N. A. Sovremennye vidy illyustracii / N. A. Abramovich, P. YU. Nekhaeva // Tezisy dokladov 54-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii prepodavatelej i studentov. – Vitebsk, 2021. S. 252-253.
5. Shinvize, A. A. Analiz ergonomiki interfejsa turisticheskikh prilozhenij / A. A. SHinvize, N. N. Samutina // tezisy dokladov 55-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii prepodavatelej i studentov / UO «VGTU». – Vitebsk, 2022. – S. 186–187.

6. Abramovich, N. A. Aktual'nye trendy tipografiki / N. A. Abramovich, A. S. Belyaeva // Materialy dokladov 54-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii prepodavatelej i studentov. Materialy dokladov konferencii. V 2-h tomah. – Vitebsk, 2021. – S. 105–107.

7. Samutina, N. N. Analiz yuzabiliti web-sajtov internet-magazinov / N. N. Samutina, A. L. Belevic // Tezisy dokladov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «YUzabiliti v dizajne – dizajn dlya cheloveka» / Nauch. Redaktory, sost. O. F. Nikandrova, O. V. Petruhina. – Sankt-Peterburg: FGBO UVO «Sankt-Peterburgskaya gosudarstvennaya hudozhestvenno-promyshlennaya akademiya imeni A.L. Shtiglica», 2022. – S. 27–28

Статья поступила в редакцию 15.02.2023.

Производство интерьерного панно «Мир» по технологии слуцких поясов

Ю.Н. Пархимович^а, Г.В. Казарновская
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь
E-mail: ^аyuliana.parhimovich@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена разработке проекта производства новой сувенирной продукции по мотивам слуцких поясов – жаккардового интерьерного панно «Мир». Главной художественной задачей проекта является совмещение в дизайне сувенирного изделия стилизованного изображения Мирского замка и орнамента, характерного для поясов слуцкого типа. В работе спроектирован эскиз, технический рисунок и модельные переплетения для производства ткани на шестичелночном ткацком станке фирмы Mageba с электронным управлением. Интерьерное панно «Мир» изготовлено в материале на РУП «Слуцкие пояса».

Ключевые слова: жаккардовое ткачество, уточный гобелен, слуцкие пояса, интерьерное панно, Мирский замок.

Production of Interior Panels «Mir» According to the Technology of Slutsk Belts

Yu. Parkhimovich^a, G. Kazarnovskaya
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
E-mail: ^аyuliana.parhimovich@gmail.com

Annotation. The article describes a project for the production of new souvenir products based on the Slutsk belts – a jacquard interior panel «Mir». The main artistic goal of the project is to combine in the design of the souvenir product the image of the Mir Castle and the ornament typical for Slutsk-type belts. A sketch, technical drawing and model weaves were designed for the production of fabric on a Mageba shuttle loom with electronic control. The interior panel «Mir» was made at the factory «Slutsk belts».

Key words: jacquard weaving, weft tapestry, Slutsk belts, interior panels, Mir Castle.

Одним из инструментов продвижения бренда в современном маркетинге является промо или сувенирная продукция, которая напрямую взаимодействует с аудиторией. Так и для определенной территории сувенирные изделия различного назначения, рассказывающие об особенностях менталитета, мифологии, традициях и искусстве, – способ привлечения внимания к туристическому потенциалу определенной области или целой страны.

Слуцкие пояса – уникальный экземпляр шёлкового ткачества XVIII–XIX вв., они являются сегодня экспонатами музеев Беларуси, Польши, России, Литвы, Украины. Шёлковые пояса с характерным орнаментальным убранством прочно ассоциируются с Беларусью и являются одним из самых популярных элементов для сувенирной продукции с национальными мотивами. Производство сувенирной текстильной продукции на РУП «Слуцкие пояса» сегодня актив-

но развивается. На предприятии производятся копии исторических слуцких поясов, а также текстильные декоративные изделия по их мотивам: пояса, шарфы, интерьерные панно, закладки для книг и др. Такие изделия естественным образом встраиваются в окружение покупателя, становятся частью жизни и формируют прочные ассоциативные связи со страной, в которой человек побывал.

Древняя традиция ношения широких длинных поясов на территории Беларуси, в начале XVIII в. привела к возникновению повышенного спроса на шёлковые пояса восточного типа среди местной аристократии. В Речи Посполитой носили литые узорчатые пояса, вытканые на Востоке из шелковых и драгоценных нитей. Пояса привозили из Персии и Турции, изделия привлекали местную шляхту восточной роскошью орнаментов и материалов. Пояса можно назвать текстильными драгоценностями того вре-

мени, они являлись показателем статуса обладателя. Спрос на текстильный аксессуар был настолько высок, что возникла потребность в создании местного шелкоткацкого производства.

С 30-х гг. XVIII в. в Слуцке существовала ткацкая мануфактура, которая изготавливала галуны, пазументы и другие ткани с золотой нитью, именно ее мастера первыми были привлечены к созданию поясов [1]. Однако первая мануфактура ткачества шелковых поясов была основана Радзивиллами в Несвиже, где под руководством приглашенного мастера выпускались сотканые вручную шелковые пояса. Мануфактура была перенесена в Слуцк в 1743.

В связи с растущей популярностью поясов слуцкого типа, аналоги изделий стали появляться в различных регионах Речи Посполитой (а позже Российской Империи) и за ее пределами. В 1778 г. пояса слуцкого типа ткались также на территории современной Польши – под Варшавой (в Липкове и Кобылках, 1781–1904 гг), Кракове, Гданьске и Джэвицах; современной Украины – в Станиславе и даже на территории Франции – в Лионе.

Орнаментальное наполнение изделий развивалось под влиянием Востока, однако постепенно декор стал меняться, обретая местные особенности. В поясах, изготовленных в Слуцке, преобладали растительные мотивы – стилизованные изображения местной флоры, деликатно дополненные геометрическими элементами. Формировался уникальный стиль слуцкого пояса и его статичная композиционная структура. Одним из мастеров, повлиявшим на формирование эстетики пояса был Ян Маджарский из Стамбула, который 25 лет был арендатором фабрики. Уникальный набор стилистических черт определяли облик изделия и гармонично вписывались в состав мужского костюма шляхтича, пояс имел статус главного аксессуара в мужском костюме. Носили пояс сложенным вдвое, меняя колорит в зависимости от повода для выхода в свет.

По своей художественной композиции орнамент представлял трехчастную структуру, пояса состояли из «головы», середника, бордюра [2]. Средник чаще всего наполнял комплекс однотонных или орнаментальных полос, узор «чешуя» или штамповый паттерн. Вертикальный бордюр представлял собой ритм из цветочных мотивов, вписанный в полосу и обрамленный

геометрически заполненной тонкой рамкой. Концы пояса являлись самыми насыщенными по декоративному наполнению узорными элементами, чаще всего имели парный мотив в центре, на цветном фоне, обрамленный горизонтальными и вертикальными бордюрами. Самыми распространенными центральными мотивами головы были букеты, букеты с вазами, букеты с «облаками», цветочные медальоны.

На поясах, произведенных на мануфактурах, подобным Слуцкой, мы можем видеть также изображения всадников, геральдические, антропоморфные и анималистические мотивы. Для текстильных аксессуаров, изготовленных в Слуцке, характерно использование специфических орнаментальных форм – соцветий и ветвей, вазонов и цветочных розеток. В композиции заметно преобладание округлых извилистых линий, присутствует некоторая наивность в стилизации мотивов, а выразительности композиции добавлял темный контур.

Цветовая палитра чаще всего содержала в себе сложные благородные вариации красного, зеленого, черного, желтого, голубого, коричневого.

Исторические пояса являются образцом шелкового ручного ткачества, по своей структуре являются уточным гобеленом. Такая ткань тяжелая и плотная, однако данный вид текстильных изделий может иметь сложный многоцветный рисунок, что позволяет художнику реализовать свои идеи во множестве колоритов и использовать даже тонкие линии в орнаменте.

Для РУП «Слуцкие пояса» спроектировано интерьерное панно «Мир», которое по своей композиционной структуре повторяет «голову» пояса. Детали орнамента заимствованы из разных исторических поясов слуцкого типа, как произведенных на Слуцкой мануфактуре, так и аналогов, ткавшихся на территории Польши, Франции и т. д. (рис. 1).

Доминантный мотив декоративного панно – архитектурный, что нетипично для оригинальных поясов: в центре композиции стилизованное изображение замка в стиле ренессанс в Мире (рис. 2).

Мирский замок тесно связан с историей рода Радзивиллов, кроме того является важным объектом исторического наследия Республики Беларусь. Возведение замка началось в 20-е гг. XVI вв., когда владельцем земель являлся Юрий Ильичич. В 1566 замок в Мире перешел М.К. Радзивиллу, по прозвищу «Сиротка»,



Рисунок 1 – Фрагменты орнамента аутентичных поясов слуцкого типа, используемых при разработке интерьерного панно



**Рисунок 2 – Эскиз текстильного панно
в одном из колоритов**

именно под его руководство проводился третий этап строительства замка. В 1994 году замковый комплекс в Мире был причислен ЮНЕСКО к высшей категории памятников всемирной культуры [3]. Сегодня в «Замковом комплексе «Мир»» расположен музей, в котором одна из экспозиций, посвященная князьям Радзивиллам, демонстрирует и фрагменты слуцких поясов.

При разработке эскиза использован классический прием стилизации объекта – превращение объемного объекта в плоский и упрощение его конструкции. Силуэт Мирского замка идеально подходит для геометризации, созданный орнаментальный мотив является композиционной основой, которая предопределяет решение окружающей его среды. В данном случае композиция построена на контрасте геометрической основной формы замка, которая поддерживается лишь тонким обрамлением в бордюре панно, и окружающим основной мотив растительным узором. Силуэт замка упрощен и обобщен, он является доминантой в композиции, отличается от других элементов декора асимметричностью, его дополняет фрагмент цветочной розетки. За счет комбинации орнаментальных элементов можно дополнять коллекцию новыми рисунками, при этом сохраняя многоцветие оригинальных поясов.

Современное производство РУП «Слуцкие пояса» прошло ряд преобразований и уже несколько лет на фабрике работает жаккардовый станок с электронным управлением, основной ассортимент которого – копии слуцких поясов. Изделия закупаются как музеями, так и частными лицами в качестве сувенира. Станок фирмы Mageba оснащен шестичелночным прибором с произвольной сменой челночных коробок, которые приводятся в движение жесткими рапирами, жаккардовая машина Staubli рассчитана на 5120 крючков, при этом станок, на котором воспроизведена сложнейшая технология ткачества, применяемая при ручном изготовлении аутентичных поясов, имеет существенное ограничение по заправочной ширине – 50 см.

В современных поясах отсутствует техника «броше», которая предполагает прокладывание уточной нити только в местах узора, что не целесообразно использовать при машинном ткачестве [4].

Копии слуцких поясов вырабатываются с применением в основе и утке натурального шелка, золотных и серебряных нитей, в строении ткани и в образовании узора могут принимать участие до шести утков. При изготовлении сувенирной продукции для уменьшения стоимости изделия возможно использование полиэфирных нитей и метанита.

В рисунке разработанного панно использовано шесть цветовых эффектов, что предполагает наличие в ткани шести систем уточных нитей. Каждый цвет создается своим видом переплетения, но в данном случае для двух одинаковых цветовых эффектов фона: серого и розового, – используется по два переплетения, одно из которых с короткими перекрытиями соответствует мелким элементам рисунка, другое – крупным. Последнее способствует формированию более чистого цвета, с одной стороны, а с другой, не искажает четкости прочтения рисунка наличием длинных уточных перекрытий. Поэтому технический рисунок, выполненный в программе Adobe Photoshop, размером 565x700 пикселей, имеет восемь отвлеченных цветов, дополнительными из которых являются фиолетовый и салатный (рис. 3).

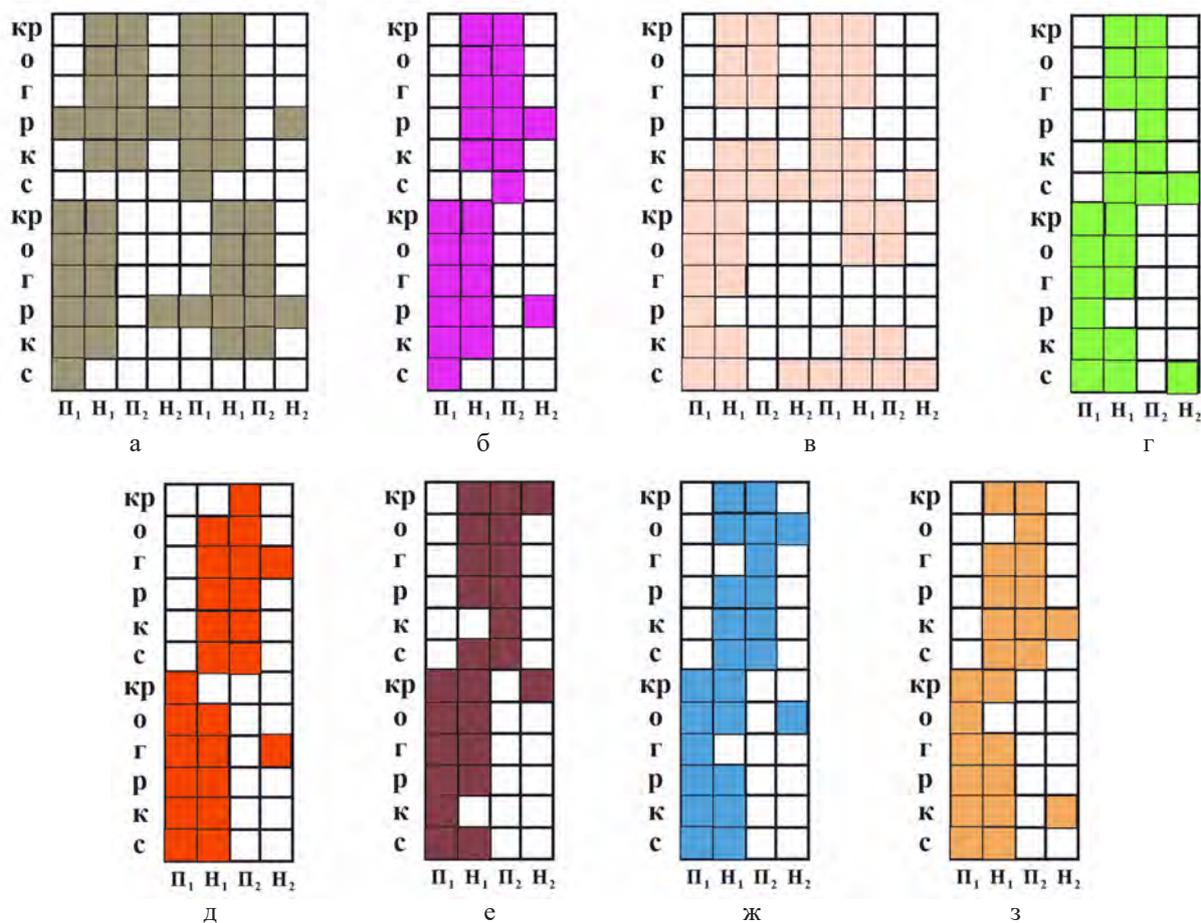


**Рисунок 3 – Фрагмент технического рисунка
с распределением отвлеченных цветов для
обозначения различных модельных переплетений**

Распределение челноков по челночным коробкам на станке следующее: 1-ая челночная коробка – серый (или серебро); 2-ая челночная коробка – коричневый; 3-я челночная коробка – розовый (или молочный); 4-ая челночная коробка – голубой; 5-ая челночная коробка – оранжевый; 6-ая челночная коробка – красный. На рисунке 4 представлены модельные переплетения.

В процессе ткачества на станке рисунок изделия располагается вертикально, в связи с тем, что размер панно по горизонтали превышает заправочную ширину станка (рис. 5).

Размеры готового изделия после снятия со станка – 34x52 см. Панно оформляется в раму, которая подбирается индивидуально под каждое изделие, в зависимости от колорита. Такие панно реализуются как через сувенирные и музейные магазины, так и могут изготавливаться под заказ для частных лиц.



П1, П2 – прижимные основы; Н1, Н2 – настилочные основы; с – уток серого цвета; к – уток коричневого цвета; р – уток розового цвета; г – уток голубого цвета; о – уток оранжевого цвета; кр – уток красного цвета

Рисунок 4 – Модельные переплетения для изготовления ткани на станке

Слущкие пояса – выдающееся художественное явление, уникальная область декоративно-прикладного искусства XVIII–XIX вв. Проект тканого декоративного панно с архитектурными мотивами Беларуси в сочетании с орнаментом слущких поясов

является перспективной разработкой в сфере национальной сувенирной продукции. Панно «Мир» может послужить началом коллекции текстильных сувениров с изображением объектов культурного наследия Республики Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яніцкая, М. М. В граде Слуцке: фотаальбом. Фота А. Р. Булвы, В. І. Ждановіча, Г. Л. Ліхтаровіча, М. П. Мельнікава – Мінск : Асобны, 2006 – 136 с.
2. Лазука, Б. А. Слуцкія паясы і еўрапейскі тэкстыль XVIII стагоддзя. Малы лексікон / Б. А. Лазука – Мінск : Беларусь, 2015. – 170 с.
3. Энциклапедыя гісторыі Беларусі: У 6 т. Т. 5 М – Пуд / Беларус. Энцикл.; рэдкал.: Пашкоў (галоўны рэд.) і інш. – Мінск : БелЭн, 1999. – 592 с.
4. Казарновская, Г. В. Реконструкция слущких поясов на современном ткацком оборудовании : монография / Г. В. Казарновская, Н. А. Абрамович – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 164 с.

REFERENCES

1. Yanitskaya, M. M. In Slutsk : photo album. Photo by A. R. Bulva, V. I. Zhdanovich, G. L. Likhtarovich, M. P. Melnikova – Minsk: Asobny, 2006 – 136 p.

2. Lazuka, B. A. Slutsk belts and European textiles of the 18th century. Small lexicon / B. A. Lazuka – Minsk: Belarus, 2015. – 170 p.
3. Encyclopedia of the history of Belarus. 6 volumes. Volume 5 / Editorial board: Pashkov (Chief Editor) ect. – Minsk: BelEn, 1999. – 592 p.
4. Kazarnovskaya, G. V. Reconstruction of Slutsk belts on modern weaving equipment : monograph / G. V. Kazarnovskaya, N. A. Abramovich. – Vitebsk: VSTU, 2017. – 164 p.

SPISOK LITERATURY

1. Janickaja, M. M. V grade Slucke: fotoal'bom. Fota A. R. Bulvy, V. I. Zhdanovicha, G. L. Lihtarovicha, M. P. Mel'nikava – Minsk : Asobny, 2006 – 136 s.
2. Lazuka, B. A. Sluckija pajasy i eŭrapejski tjekestyl' XVIII stagoddzja. Maly leksikon / B. A. Lazuka – Minsk : Belarus', 2015. – 170 s.
3. Jencyklapedyja gistoryi Belarusi: U 6t. T. 5 M – Pud / Belarus. Jencykl.; rjedkal.: Pashkoŭ (galoŭny rjed.) i insh. – Minsk : BelJen, 1999. – 592 s.
4. Kazarnovskaja, G. V. Rekonstrukcija sluckih pojasov na sovremennom tkackom oborudovanii : monografija / G. V. Kazarnovskaja, N. A. Abramovich. – Vitebsk : UO «VGTU», 2017. – 164 s.

Статья поступила в редакцию 19.12.2022.

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал

№ 2 (10), 2022

Дизайн обложки: *Самутина Н.Н., Мороз Е.В.*

Компьютерная верстка: *Григорьева Н.В.*

Редактор: *Пухальская А.В.*

Подписано в печать 16.05.2023. Гарнитура Times.

Усл. печ. листов 10,8. Уч.-изд. листов 11,8. Формат 60x90 1/8. Тираж 9 экз. Заказ № 142.

Выпущено издательским сектором

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.