

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

# ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

№ 1 (397)  
2022

*Журнал включен в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук"*

Журнал представлен в Научной  
электронной библиотеке (НЭБ)  
и имеет импакт-фактор РИНЦ

Журнал включен в Междуна-  
родные базы данных: SCOPUS и  
CAS(pt), индексирующие  
научные издания

Электронный вариант журнала  
размещен на сайте  
<http://ttp.ivgpi.com>

Издание Ивановского государственного политехнического университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

*Е.В. РУМЯНЦЕВ (д.х.н., ректор).*

Заместитель главного редактора:

*Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.).*

**Редакционная коллегия (Россия):**

*А.А. БИКБУЛАТОВА (к.т.н., проф.), Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.), Т.Р. ДЕБЕРДЕЕВ (д.т.н., проф.), Г.П. ЗАРЕЦКАЯ (д.т.н., проф.), Н.Ю. КАЗАКОВА (д.т.н., проф.), Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.), А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), М.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.), Ж.Ю. КОЙТОВА (д.т.н., проф.), А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.), В.Е. КУЗЬМИЧЕВ (д.т.н., проф.), Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.), А.Г. МАКАРОВ (д.т.н., проф.), Л.Ю. МАХОТКИНА (д.т.н., проф.), В.Е. МИЗОНОВ (д.т.н., проф.), А.П. МОРЫГАНОВ (д.т.н., проф.), Е.Н. НИКИФОРОВА (д.т.н., проф.), О.И. ОДИНЦОВА (д.т.н., проф.), Н.В. ПЕРЕБОРОВА (д.т.н., проф.), А.Б. ПЕТРУХИН (д.э.н., проф.), А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.), К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.), Л.В. РЕДИНА (д.т.н., проф.), П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.), В.Е. РУМЯНЦЕВА (д.т.н., проф.), А.В. СИЛАКОВ (д.э.н., проф.), Н.А. СМИРНОВА (д.т.н., проф.), Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.), Е.Я. СУРЖЕНКО (д.т.н., проф.), М.Н. ТИТОВА (д.э.н., проф.), О.В. ТОЛОЧКО (д.т.н., проф.), А.В. ТРУЕВЦЕВ (д.т.н., проф.), Н.М. ФИЛИМОНОВА (д.э.н., проф.), А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.), В.В. ХАММАТОВА (д.т.н., проф.), С.Ю. ХАШИРОВА (д.х.н., проф.), С.В. ХЕЙЛО (д.т.н., проф.), Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.), С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.)*

**Международная редакционная коллегия:**

*ADOLPHE S. DOMINIQUE (д.т.н., Франция), GERŠAK JELKA (д.т.н., Словения), UDVAL LODOI (д.т.н., Монголия), Е.В. ВАНКЕВИЧ (д.э.н., Беларусь), А.А. КУЗНЕЦОВ (д.т.н., Беларусь), С.В. ЛОМОВ (д.т.н., Бельгия), Д.Б. РЫКЛИН (д.т.н., Беларусь), С.Ш. ТАШПУЛАТОВ (д.т.н., Узбекистан), Н.Н. ЯСИНСКАЯ (д.т.н., Беларусь)*

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

*В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (д.с.н., проф.), А.В. ДЕМИДОВ (д.т.н., проф.), А.Р. НАУМОВ (д.х.н., проф.), М.Г. БАЛЫХИН (д.э.н., проф.).*

Ответственный секретарь *Е.Н. КАЛИНИН*

*Адрес редакции: 153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.*

*Тел.: (4932) 41-75-02.*

*E-mail: [ttp@ivgpu.com](mailto:ttp@ivgpu.com)*

*<http://ttp.ivgpu.com>*

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.02.2022. Подписано в печать 28.02.2022. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 42,32; Усл. кр.-отт. 42,57. Заказ 4580.

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"  
Издание Ивановского государственного политехнического университета  
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21  
E-mail: [ttp@ivgpu.com](mailto:ttp@ivgpu.com)

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"  
153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, строение 8  
Тел. 8-930-330-26-30  
E-mail: [pressto@mail.ru](mailto:pressto@mail.ru)

© "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", 2022

Ministry of Science and Higher Education  
of Russian Federation

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**TEXTILE  
INDUSTRY  
TECHNOLOGY**

Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti

PEER-REVIEWED SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 1 (397)  
2022**

*The journal is included in the "List of the leading peer-reviewed journals and publications issued in the Russian Federation, in which the major scientific results of dissertations for the degrees of doctor and candidate of sciences should be published"*

The journal is presented in the  
Scientific Electronic Library and  
has an RSCI impact factor

The journal is included in the  
Scopus and CAS(pt) bibliographic  
databases

The on-line version of the journal  
is available at  
<http://ttp.ivgpu.com>

Published by Ivanovo State Polytechnical University

**EDITORIAL BOARD**

**Chief editor:** E.V. RUMYANTSEV (*d.ch.s., rector*).  
**Deputy of chief editor:** N.L. KORNILOVA (*d.en.s., prof.*).

**members:**

**Editorial board (Russia):**

A.A. BIKBULATOVA (*k.en.s., prof.*), B.N. GUSEV (*d.en.s., prof.*), T.R. DEBERDEEV (*d.en.s., prof.*), G.P. ZARETSKAYA (*d.en.s., prof.*), N.Yu. KAZAKOVA (*d.en.s., prof.*), E.N. KALININ (*d.en.s., prof.*), A.M. KISELEV (*d.en.s., prof.*), M.V. KISELEV (*d.en.s., prof.*), K.I. KOBRAKOV (*d.en.s., prof.*), Zh.Yu. KOYTOVA (*d.en.s., prof.*), A.R. KORABELNIKOV (*d.en.s., prof.*), V.E. KUZMICHEV (*d.en.s., prof.*), N.A. KULIDA (*d.en.s., prof.*), A.G. MAKAROV (*d.en.s., prof.*), L.Yu. MAKHOTKINA (*d.en.s., prof.*), V.E. MIZONOV (*d.en.s., prof.*), A.P. MORYGANOV (*d.en.s., prof.*), E.N. NIKIFOROVA (*d.en.s., prof.*), O.I. ODINTSOVA (*d.en.s., prof.*), N.V. PEREBOROVA (*d.en.s., prof.*), A.B. PETRUKHIN (*d.ec.s., prof.*), A.F. PLEKHANOV (*d.en.s., prof.*), K.E. RAZUMEEV (*d.en.s., prof.*), L.V. REDINA (*d.en.s., prof.*), P.N. RUDOVSKY (*d.en.s., prof.*), V.E. RUMYANTSEVA (*d.en.s., prof.*), A.V. SILAKOV (*d.ec.s., prof.*), N.A. SMIRNOVA (*d.en.s., prof.*), G.G. SOKOVA (*d.en.s., prof.*), E.Ya. SURZHENKO (*d.en.s., prof.*), M.N. TITOVA (*d.ec.s., prof.*), O.V. TOLOCHKO (*d.en.s., prof.*), A.V. TRUEVTSEV (*d.en.s., prof.*), N.M. FILIMONOVA (*d.ec.s., prof.*), A.V. FIRSOV (*d.en.s., prof.*), V.V. KHAMMATOVA (*d.en.s., prof.*), S.Yu. KHASHIROVA (*d.ch.s., prof.*), S.V. KHEYLO (*d.en.s., prof.*), Yu.S. SHUSTOV (*d.en.s., prof.*), S.S. YUKHIN (*d.en.s., prof.*).

**International editorial board:**

ADOLPHE C. DOMINIQUE (*d.en.s., France*), GERŠAK JELKA (*d.en.s., Sloveniya*), UDVAL LODOI (*d.en.s., Mongoliya*), E.V. VANKEVICH (*d.ec.s., Belarus*), A.A. KUZNETSOV (*d.en.s., Belarus*), S.V. LOMOV (*d.en.s., Belgium*), D.B. RYKLIN (*d.en.s., Belarus*), S.Sh. TASHPULATOV (*d.en.s., Uzbekistan*), N.N. YASINSKAYA (*d.en.s., Belarus*)

**EDITORIAL COUNCIL**

V.S. BELGORODSKY (*d.soc.s., prof.*), A.V. DEMIDOV (*d.en.s., prof.*),  
A.R. NAUMOV (*d.ch.s., prof.*), M.G. BALKHIN (*d.ec.s., prof.*)

Executive secretary E.N. KALININ

Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.  
Tel.: +7(4932)41-75-02.  
E-mail: [ttp@ivgpu.com](mailto:ttp@ivgpu.com)  
[http:// ttp.ivgpu.com](http://ttp.ivgpu.com)

---

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 01.02.2022. Signed for printing on 28.02.2022. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 42.32 conventional sheets. 42.57 conventional. Order 4580.

Circulation of 400.

---

"Proceedings of higher education institutions. Textile Industry Technology"  
Published by Ivanovo State Polytechnical University  
153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21  
E-mail: [ttp@ivgpu.com](mailto:ttp@ivgpu.com)

Publishing-printing complex "PresSto"  
153025, Ivanovo, Dzerzhinskogo, 39, building 8  
Tel. 8-930-330-26-30  
E-mail: [presssto@mail.ru](mailto:presssto@mail.ru)

УДК 338

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_5

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
В ПРИНЯТИИ ОПТИМАЛЬНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.  
ПОКАЗАТЕЛЬ ИНДИКАТИВНОСТИ\***

**ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING  
IN MAKING OPTIMAL MANAGEMENT DECISIONS.  
INDICATOR OF INDICATIVITY**

*Л.Н. НИКИТИНА, Э.Н. ОСИПОВА, Т.А. ФЛЯГИНА*

*L.N. NIKITINA, E.N. OSIPOVA, T.A. FLYAGINA*

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)

(Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)

E-mail: kafedraekonomiki@yandex.ru

*Развитие легкой промышленности – одно из важнейших направлений государственной политики. В июне 2020 года данный вопрос поднимался на самом высоком уровне, где были сформулированы приоритетные направления развития отрасли, в том числе меры государственной поддержки как финансовые, так и регуляторные. В связи с этим в статье предлагается метод оптимального использования ресурсов промышленного предприятия на базе индикативного планирования с целью повышения эффективности его деятельности. В исследовании задействованы отраслевые предприятия г. Санкт-Петербурга.*

*The development of light industry is one of the most important areas of state policy. In June 2020, this issue was raised at the highest level, where priority areas for the development of the industry were formulated, including measures of state support, both financial and regulatory. In this regard, the article proposes a method of optimal use of the resources of an industrial enterprise based on indicative planning in order to increase the efficiency of its activities. The study involved industry enterprises of Saint-Petersburg.*

**Ключевые слова:** промышленное предприятие, индикатор, показатель индикативности, текстильная и легкая промышленность, эффективность, организация производства, индикативное планирование.

**Keywords:** industrial enterprise, indicator, indicator of indicative value, textile and light industry, efficiency, production organization, indicative planning.

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-310-90039.

## Введение

Вопросы эффективного производства и эффективного управления предприятием представляются исключительно актуальными и важными. Состояние текстильного и швейного производства в нашей стране все еще остается на низком уровне [3], [7]. Глобализация рынка явно показала зависимость российского производства от внешних факторов. В условиях, когда промышленные предприятия полностью зависят от внешней и внутренней политики, именно государственная политика и поддержка могут выступать в качестве фактора развития этих предприятий. Но поддержка, на наш взгляд, должна опираться на определенные позиции и рейтинг предприятий в отрасли, и должна носить адресный характер.

Применение инновационной формы управления – индикативного планирования – является довольно перспективным в условиях высокой неопределенности внешней среды [1], [4], а также в силу особенностей отрасли: короткий производственный цикл, технологическая гибкость, возможность быстрой смены ассортимента ряда [6].

Для качественного и количественного выполнения программ по импортозамещению большинству отраслевых предприятий необходимо модернизировать оборудование и производственные процессы, что в условиях нехватки собственных средств и высокой стоимости на заемные средства не под силу целому ряду предприятий [2].

Легкая промышленность России, с одной стороны, испытывает колоссальные трудности в своем развитии, с другой стороны, она выходит на иной уровень – от производства одежды и текстиля до наноматериалов и микроволокна, используемых в самых стратегических сферах [3].

В связи с этим вопросы по разработке механизма оптимального использования ресурсов встают особенно остро. Для решения данной проблемы необходимо, в первую очередь, сформировать набор индикаторов, характерных для предприятий текстильной и легкой промышленности.

## Методы

Авторами разработана блочная система индикаторов, представляющих собой совокупность ресурсного обеспечения организации (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Блок индикаторов	Область анализа	Показатели
Имущественный	Анализ состояния материальных и нематериальных элементов, используемых предприятием в производственной деятельности: оборотные активы, внеоборотные активы	Показатели эффективности использования оборотных и внеоборотных средств предприятия: - фондоотдача; - фондорентабельность; - фондовооруженность; - фондоемкость; - коэффициент оборачиваемости оборотных средств; - коэффициент загрузки средств в обороте; - коэффициент отдачи оборотных средств; - длительность одного оборота оборотных средств; - уровень стоимости гудвилла
Деловой активности предприятия	Анализ способности предприятия по результатам своей экономической деятельности занять устойчивое положение на конкурентном рынке, результативность предприятия относительно величины расхода ресурсов в процессе операционного цикла	Показатели эффективности деловой активности предприятия: - коэффициенты оборачиваемости активов, запасов, затрат; - коэффициент оборачиваемости собственного капитала; - коэффициенты оборачиваемости дебиторской, кредиторской задолженности и денежных средств; - удельный вес предприятия на рынке; - объем портфеля заказов; - уровень инновационной и инвестиционной деятельности предприятия; - коэффициент рентабельности деятельности предприятия; - уровень стоимости гудвилла

Финансово-экономический	Анализ финансового состояния	Показатели эффективности финансового состояния предприятия: - объем выручки; - объем прибыли; - коэффициент финансовой устойчивости; - коэффициент финансовой независимости; - коэффициент финансовой зависимости; - коэффициент соотношения заемных и собственных средств; - коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными оборотными средствами; - коэффициент обеспеченности собственными источниками финансирования; - коэффициент рентабельности продаж, - коэффициенты рентабельности оборотных и внеоборотных активов; - коэффициент рентабельности собственного капитала; - коэффициенты текущей ликвидности, абсолютной ликвидности
Кадровый	Анализ кадрового потенциала предприятия	Показатели эффективности кадровой устойчивости предприятия: - производительности труда; - коэффициент текучести кадров; - коэффициент стабильности кадров; - стаж работы и уровень квалификации; - образование
Экологический	Анализ соблюдения экологических стандартов при производстве, стандартизация и сертификация продукции	Показатели эффективности экологической политики предприятия в области экологической безопасности: - коэффициент экологичности производства; - коэффициент экологичности безотходного производства; - степень опасности загрязняющих веществ; - коэффициент энергоемкости производства; - коэффициент ресурсоемкости производства; - коэффициент экологичности продукции; - показатели гигроскопичности тканей

Таким образом, в совокупности по 5 блокам проанализировано 42 показателя. В связи с тем, что в существующих условиях возрастает роль комплексного анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия, возникает необходимость в проработке тех показателей, которые объективно могут оценить положение предприятия на рынке.

На основе экспертного опроса из 42 показателей выявлены наиболее значимые индикаторы для определения эффективной работы предприятий текстильной и легкой промышленности: фондоотдача (Фо), коэффициент оборачиваемости оборотных средств (Коб), коэффициенты текущей (Ктл) и абсолютной (Кал) ликвидности и производительность труда (Птр).

На практике широко распространены экономико-математические методы и модели в целях оптимального принятия наиболее рациональных управленческих решений [5]. Применение современных экономико-математических методов с помощью ЭВМ позволяет решать производственные задачи и потребление ресурсов определенного хозяйствующего субъекта, математические методы являются важнейшим инструментом, позволяющим отобразить существующие связи, прогнозировать динамику и поведение экономических субъектов.

Для этого выручку представим в виде зависимой переменной функции  $Y$ , а индикаторы Фо, Коб, Ктл, Кал и Птр в виде переменных  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  и  $X_5$  соответственно.

Авторы предлагают экономико-математическую модель, позволяющую определять изменение функции Y (выручка) от основных индикаторов.

Апробация результатов проведена на ведущих отраслевых предприятиях г. Санкт-Петербурга, успешно функционирующих на рынке более 15 лет: ЗАО НПП "АНА", ЗАО "Салют", ООО "Северный текстиль", ООО "Фирма "Шарм" и ООО "Прет-а-Портэ".

На основании данных, полученных из открытых официальных источников за 2014-2019 гг., по исследуемым предприятиям рассчитаны необходимые показатели (исходные данные) [8]. Результаты расчета ключевых показателей представлены в табл. 2.

В соответствии с исходными данными получаем расчетные значения основных индикаторов (табл. 3).

Таблица 2

Год	Предприятие	Выручка тыс. руб.	Фо	Коб	Ктл	Кал	Птр
2014	ЗАО "Салют"	134694	10,6972	4,90000	26,89	5,199	2453,77
2015	ЗАО "Салют"	133103	19,7742	1,43128	12,00	2,728	1331,03
2016	ЗАО "Салют"	129674	17,2324	1,41222	12,41	2,273	1296,74
2017	ЗАО "Салют"	129412	17,0415	1,36440	11,25	2,233	1362,23
2018	ЗАО "Салют"	122213	14,8491	1,28559	1,15	2,981	1286,45
2019	ЗАО "Салют"	123385	14,9418	1,22580	8,84	1,991	1298,79
2014	ЗАО НПП АНА	80939	12,5975	1,56767	14,00	5,063	2697,97
2015	ЗАО НПП АНА	74527	10,5492	1,65168	8,97	5,199	2866,42
2016	ЗАО НПП АНА	68163	10,3339	1,26125	9,86	4,075	2621,65
2017	ЗАО НПП АНА	47340	8,5410	0,86382	6,12	4,301	1820,77
2018	ЗАО НПП АНА	39757	6,0430	0,72389	5,12	3,426	1728,57
2019	ЗАО НПП АНА	39586	6,8590	0,68074	4,65	3,124	1283,47
2014	ООО "Прет-а-Портэ"	8171	13,1578	0,91072	3,65	0,032	2042,75
2015	ООО "Прет-а-Портэ"	5234	8,4830	0,69325	2,76	0,004	1308,50
2016	ООО "Прет-а-Портэ"	4773	7,7736	0,56087	2,49	0,004	1193,25
2017	ООО "Прет-а-Портэ"	2952	4,8314	0,31900	1,68	0,004	1053,00
2018	ООО "Прет-а-Портэ"	3752	5,1609	0,38376	1,66	0,005	938,00
2019	ООО "Прет-а-Портэ"	4263	6,0115	0,39553	1,85	0,006	791,00
2014	ООО "Северный текстиль"	132769	1,0264	4,93987	1,31	0,400	1368,75
2015	ООО "Северный текстиль"	144896	1,0957	4,23202	1,25	0,517	1493,77
2016	ООО "Северный текстиль"	153235	1,2447	4,57582	1,94	0,754	1579,74
2017	ООО "Северный текстиль"	165070	1,3495	3,02786	2,41	0,708	1901,7
2018	ООО "Северный текстиль"	170827	1,5773	2,86637	2,84	1,201	2761,10
2019	ООО "Северный текстиль"	175389	1,7172	4,61174	3,09	1,487	2826,97
2014	ООО "Фирма "Шарм"	76178	5,2616	1,81857	4,72	0,005	1248,82
2015	ООО "Фирма "Шарм"	55498	3,9950	0,87502	9,99	0,005	909,80
2016	ООО "Фирма "Шарм"	70641	5,3022	0,72958	19,47	0,020	1158,05
2017	ООО "Фирма "Шарм"	127425	10,3036	0,86545	26,89	0,037	2088,93
2018	ООО "Фирма "Шарм"	91975	7,6864	0,55399	18,53	0,080	2507,79
2019	ООО "Фирма "Шарм"	91906	7,4190	0,45821	17,04	0,084	2458,83

Таблица 3

Обозначения индикаторов	Y	X1	X2	X3	X4	X5
Рассчитанные значения	C0=19442,3	C1=3157,7	C2=31316,5	C3=1516,5	C4=-6401,0	C5=14,6



По основным индикаторам построено

уравнение множественной регрессии:

$$(общее) Y = C_0 + \sum_{j=1}^n C_j X_j,$$

$$(частное) Y = 19942,3 + 3157,7X_1 + 31316,5X_2 + 1516,5X_3 - 6401,0X_4 + 14,6X_5.$$

Посредством множественной линейной регрессии решается оптимизационная задача, позволяющая при определенных значениях результирующего показателя устано-

вить область изменения основных индикаторов. На основании исходных данных рассчитаны следующие значения (табл. 4 – расчетные значения (1)).

Т а б л и ц а 4

Коэффициент	C0=19442,3	C1=3157,7	C2=31316,5	C3=1516,5	C4=-6401,0	C5=14,6
Показатель	Y	X1	X2	X3	X4	X5
среднее	125747,0167	8,10	1,71	8,49	1,598	1 722,62
минимум	46114,62998	1,03	0,32	1,25	0,004	791,00
максимум	284681,5925	19,77	4,94	26,89	5,199	2866,42
оптимум	319176,452	19,77	4,94	26,89	0,004	2866,42
макс - мин	-	18,74	4,62	25,64	5,195	2075,47

Для дальнейших вычислений составляем табл. 5 (расчетные значения (2)), в которой записываем все значения показателей, рассчитанных по исходным данным. По этим

данным вычисляем значения последней строки. Значения Y вычисляем по частному уравнению множественной регрессии

Т а б л и ц а 5

Значение коэффициента уравнения регрессии		C0=19442,3	C1=3157,7	C2=31316,5	C3=1516,5	C4=-6401,0	C5=14,6
Показатели		Y	X1	X2	X3	X4	X5
среднее	$T_j^{cp} = c_j/Y^{cp}$	0,1546	0,025	0,249	0,01	-0,051	0,0001
	$E_j^{cp} = T_j^{cp} X_j^{cp}$	0,17	0,20	0,45	0,08	-0,08	0,18
минимум	$T_j^{min} = c_j/Y^{min}$	0,4216	0,068	0,679	0,033	-0,139	0,0003
	$E_j^{min} = T_j^{min} X_j^{min}$	0,42	0,07	0,22	0,04	-0,001	0,25
максимум	$T_j^{max} = c_j/Y^{max}$	0,068	0,011	0,110	0,005	-0,022	0,00005
	$E_j^{max} = T_j^{max} X_j^{max}$	0,07	0,22	0,54	0,13	-0,11	0,15
оптимум	$T_j^{opt} = c_j/Y^{opt}$	0,068	0,011	0,110	0,005	-0,139	0,00005
	$E_j^{opt} = T_j^{opt} X_j^{opt}$	0,07	0,22	0,54	0,13	-0,001	0,15

Итак, алгоритм вычислений следующий:

$$Y = C_0 + \sum_{j=1}^n C_j X_j, \quad (1)$$

$$Y = 19942,3 + 3157,7X_1 + 31316,5X_2 + 1516,5X_3 - 6401,0X_4 + 14,6X_5, \quad (2)$$

$$T_j = \frac{C_j}{Y}, \quad (3)$$

$$1 = \frac{C_0}{Y} + \sum_{j=1}^n T_j X_j, \quad (4)$$

$$1 = \frac{C_0}{Y} + \sum_{j=1}^n E_j \text{ или } 100\% = \left[ 1 = \frac{C_0}{Y} + \sum_{j=1}^n E_j \right] \%, \quad (5)$$

где 1 – строим общее уравнение регрессии (1); 2 – рассчитываем частное уравнение регрессии (2); 3 – вычисляем частные темпы роста функции Y, вызванные ее изменением на одну единицу (3); 4 – все коэффициенты уравнения делим на соответствующее значение Y (4); 4.1 – в равенстве (4) коэффициенты заменяем по формулам (3).

4.2 – ранее получили, что  $T_j X_j = E_j$  – это частная эластичность функции, 5 - поэтому получаем уравнение (5).

$$Y = C_0 + \sum_{j=1}^n d_j u_j, \quad u_j = \frac{x_j}{r_j}; \quad d_j = C_j r_j,$$

$$r_j = (\text{МАКС})_j - (\text{МИН})_j, \quad T_j = \frac{d_j}{Y} = \frac{C_j r_j}{Y},$$

$$Y = C_0 + \sum_{j=1}^n d_j u_j = 19442,3 + 5975,30u_1 + 144682,23u_2 + 38883,06u_3 - 33253,20u_4 + 30301,13u_5,$$

$$E_j = \frac{d_j}{Y} u_j = \frac{C_j r_j}{Y} u_j = \frac{C_j r_j x_j}{Y r_j} = \frac{C_j}{Y} x_j = T_j x_j.$$

Следовательно, при такой нормализации эластичность показателей не изменяется.

Предложенное уравнение регрессии можно использовать для исследования функции без изменения численных результатов, нормализовав значения показателей по исходным данным, при этом все значения каждого показателя будут отличаться друг от друга не более чем на единицу, эластичность показателей не изменится. Уравнение регрессии для нормализованных показателей будет иметь вид:

Рассчитаем натуральные показатели по формуле

$$Y = C_0 + \sum_{j=1}^n d_j u_j.$$

Т а б л и ц а 6

Коэффициент	C0=19442,3	d1=3157,7	d2=31316,5	d3=1516,5	d4=-6401,0	d5=14,6
Показатель	Y	u1	u2	u3	u4	u5
среднее	125747,017	0,4322	0,3701	0,3311	0,3076	0,8300
минимум	21862,555	0,0550	0,0693	0,0488	0,0008	0,3811
максимум	53031,027	1,0550	1,0693	1,0488	1,0008	1,3811
оптимум	59429,027	1,0550	1,0693	1,0488	0,0008	1,3811

Т а б л и ц а 7

Коэффициент	C0=19442,3	d1=3157,7	d2=31316,5	d3=1516,5	d4=-6401,0	d5=14,6
Показатели	Y	u1	u2	u3	u4	u5
среднее	0,17	0,20	0,45	0,08	-0,08	0,18
минимум	0,42	0,07	0,22	0,04	-0,001	0,25
максимум	0,07	0,22	0,54	0,13	-0,11	0,15

В табл. 6 приведены нормализованные величины средних, минимальных и максимальных значений показателей.

В табл. 7 приведены вычисленные приближенные значения доли влияния каждого показателя на одну единицу изменения функции Y. По данной таблице удобно анализировать эффективность не только с помощью эластичности влияния выбранных пяти показателей на общий процесс, но и легко определять диапазоны их изменения.

## В Ы В О Д Ы

Предложенный алгоритм принятия оптимальных управленческих решений позволяет при заданных контрольных показателях (интегральных индикаторах) определять изменения частных индикаторов. Так, например, при увеличении выработки на 100% фондоотдача должна увеличиться на 20%, коэффициент оборачиваемости оборотных средств должен повыситься на

45%, коэффициент текущей ликвидности соответственно на 8%, коэффициент абсолютной ликвидности должны снизиться на 8%, а производительность труда должна увеличиться на 18%. Неучтенные факторы составляют 17%.

Таким образом, в статье предложена экономико-математическая модель, позволяющая определять изменение выручки от ключевых индикаторов. Разработан интегральный показатель индикативности, позволяющий оценить область изменений. Данная модель полезна в использовании руководителям промышленных предприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агапцов С.А., Мордвинцев А.И., Фомин П.А., Шаховская Л.С. Индикативное планирование как основа стратегического развития промышленного предприятия. – М.: Высшая школа, 2002.

2. Медведь А.А., Щербаклова Д.В. Инвестиционная привлекательность отраслей легкой промышленности РФ: экономический, институциональный и социальный аспекты // Технологии легкой промышленности. – 2015, № 1. С.41...45.

3. Минпромторг России Итоги развития легкой промышленности России в 2015-2019 гг. Перспективы отрасли в 2020-2025 гг. / [Электронный ресурс] URL: <https://cpm-moscow.com/wp-content/uploads/sites/5/2020/03/Константин-Бандорин.-Итоги-развития-легкой-промышленности-2009-2019.pdf> (Дата обращения: 14.02.2021)

4. Невская Н.А. Индикативное планирование: опыт и перспективы применения в российской экономике // АНИ: экономика и управление. – 2016, № 1 (14). С. 31...34.

5. Никитина Л.Н., Богданов А.И., Шиков П.А., Флягина Т.А., Шиков Ю.А. Метод и модель повышения эффективности использования химических волокон в текстильной промышленности // Химические волокна. – 2020, №4.

6. Никитина Л.Н., Щербаклова Д.В., Флягина Т.А. Анализ методик оценки эффективности управления для внедрения в систему стратегического планирования на предприятиях легкой промышленности // Наука и бизнес: пути развития. – 2019, № 4 (94). С. 57...62.

7. [Электронный ресурс] <https://legport.ru/> интернет-ресурс для работающих в сфере российской

легкой промышленности [дата обращения 12.02.2021].

8. [Электронный ресурс] <https://rosstat.gov.ru/> интернет-ресурс для работающих в сфере российской легкой промышленности [дата обращения 12.02.2021].

#### REFERENCES

1. Agaptsov S.A., Mordvintsev A.I., Fomin P.A., Shakhovskaya L.S. Indikativnoe planirovanie kak osnova strategicheskogo razvitiya promyshlennogo predpriyatiya. – M.: Vysshaya shkola, 2002.

2. Medved' A.A., Shcherbakova D.V. Investitsionnaya privlekatel'nost' otrasley legkoy promyshlennosti RF: ekonomicheskij, institutsional'nyy i sotsial'nyy aspekty // Tekhnologii legkoy promyshlennosti. – 2015, № 1. S.41...45.

3. Minpromtorg Rossii Itogi razvitiya legkoy promyshlennosti Rossii v 2015-2019 gg. Perspektivy otrasli v 2020-2025gg. / [Elektronnyy resurs] URL: <https://cpm-moscow.com/wp-content/uploads/sites/5/2020/03/Konstantin-Bandorin.-Itogi-razvitiya-legkoy-promyshlennosti-2009-2019.pdf> (Data obrashcheniya: 14.02.2021)

4. Nevskaya N.A. Indikativnoe planirovanie: opyt i perspektivy primeneniya v rossiyskoy ekonomike // ANI: ekonomika i upravlenie. – 2016, № 1 (14). S.31...34.

5. Nikitina L.N., Bogdanov A.I., Shikov P.A., Flyagina T.A., Shikov Yu.A. Metod i model' povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya khimicheskikh volokon v tekstil'noy promyshlennosti // Khimicheskie volokna. – 2020, №4.

6. Nikitina L.N., Shcherbakova D.V., Flyagina T.A. Analiz metodik otsenki effektivnosti upravleniya dlya vnedreniya v sistemu strategicheskogo planirovaniya na predpriyatiyakh legkoy promyshlennosti // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2019, № 4 (94). S. 57...62.

7. [Elektronnyy resurs] <https://legport.ru/> internet-resurs dlya rabotayushchikh v sfere rossiyskoy legkoy promyshlennosti [data obrashcheniya 12.02.2021].

8. [Elektronnyy resurs] <https://rosstat.gov.ru/> internet-resurs dlya rabotayushchikh v sfere rossiyskoy legkoy promyshlennosti [data obrashcheniya 12.02.2021].

Рекомендована кафедрой экономики и финансов. Поступила 20.08.21.

**ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ  
ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

**APPROACHES TO FORMATION OF PRICE POLICY  
OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES IN CONTEXT OF UNCERTAINTY**

*Л.В. НЕФЕДОВА, Д.Б. ШАЛЬМИЕВА, Е.А. ПРИШЛЯК*

*L.V. NEFEDOVA, D.B. SHALMIEVA, E.A. PRISHLYAK*

(Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: prishlyak-ea@rguk.ru

*В условиях высокого рискованного фона российской экономики на рынке легкой промышленности особую значимость приобретает реализуемая предприятиями ценовая политика. На предприятиях легкой промышленности не уделяется должного внимания вопросам формирования ценовой политики и ее взаимосвязи с уровнем неопределенности внешней и внутренней среды. В работе рассмотрены процессы ценообразования и основные подходы к разработке ценовой политики на предприятиях в условиях нарастающей динамики и сложности современной экономики. Формирование ценовой политики должно определяться рискованным ландшафтом, что связано с необходимостью разработки расширенного инструментария ценового менеджмента с учетом уровня неопределенности и рисков. В работе предложены подходы к формированию ценовой политики с использованием матрицы рисков, что позволит обеспечить поддержку данного процесса предприятия за счет систематизации и рейтинговой оценки совокупности рискованных факторов.*

*In the context of the high-risk background of the Russian economy in the light industry market, the pricing policy implemented by enterprises. Light industry enterprises do not pay due attention to the formation of pricing policy and its relationship with the level of uncertainty in the external and internal environment. The paper discusses the pricing processes and the main approaches to the development of pricing policy at enterprises in the context of the growing dynamics and complexity of the modern economy. The weaknesses of the pricing policy is the excessive focus on costs in isolation from other elements of marketing, goals and objectives of the enterprise. The formation of a pricing policy should be determined by the risk landscape, which determines the need to develop extended pricing tools, taking into account the level of uncertainty and risks. The paper proposes approaches to the formation of a pricing policy using a risk matrix. Which will provide support for the process of forming the pricing policy and the final price of the enterprise through the systematization and rating assessment of the aggregate of risk factors.*

**Ключевые слова:** ценовая политика, неопределенность рыночной среды, алгоритм ценообразования, обрабатывающий комплекс, матрица рисков.

**Keywords: pricing policy, uncertainty of market conditions, pricing algorithm, technological complex, risk matrix.**

### *Введение*

Ситуация, сложившаяся на современном мировом рынке легкой промышленности, может быть охарактеризована, как имеющая тенденцию к дальнейшему усилению специализации, которая обусловлена ресурсами и техническими возможностями разных стран. В зависимости от степени развития текстильной промышленности и осуществления поставок продукции потребительского назначения в другие страны выделяют три группы стран: 1) страны, активно развивающие текстильную промышленность и осуществляющие поставки продукции; 2) страны, частично обеспечивающие свое население и население ближних стран; 3) страны, которые специализируются на высокотехнологичных производствах, а текстильную продукцию потребительского назначения в основном импортируют [1]. Россия относится к нетто-импортерам текстиля. В этих странах появляются множество рисков, связанных с валютными курсами, ценами поставщиков, с транспортировкой и т.д. А в условиях нарастания динамики и сложности рыночной среды это еще больше увеличивает уровень неопределенности в деятельности предприятий легкой промышленности и ставит перед современным менеджментом задачи разработки такой ценовой политики, которая позволит использовать ценовые факторы в конкурентной борьбе и для своевременной адаптации к постоянно меняющимся условиям хозяйствования в условиях высокого рискованного фона российской экономики.

Исследованиям проблем ценообразования и формирования ценовой политики на предприятиях посвящены работы многих российских и зарубежных ученых, таких как Липсиц И.В., Томас Нэгл, Шуляк П.Н., Джеймс Хьержик, Ганна В.Д., Анисимова Н.В. и мн. др. Липсиц И.В. занимался вопросами эффективного управления ценообразованием, анализом экономических оснований и последствий выбора различных вариантов ценовой политики предприятий.

Томас Нэгл внес серьезный вклад в стратегическое и тактическое ценообразование. Вопросам, связанным с разработкой ценовой политики и ценовой стратегии на предприятиях, а также использования методов оценки риска в расчетах цен уделял особое внимание и Шуляк П.Н.

Для решения задач, обеспечивающих вхождение Российской Федерации в число пяти крупнейших экономик мира и интеграцию в мировую систему разделения труда, а также ускоренное внедрение цифровых технологий в промышленности способствует реализации Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года [1]. А это требует решения вопросов, связанных с формированием эффективной ценовой политики предприятий легкой промышленности.

Целью исследования является анализ актуальных подходов к формированию ценовой политики на предприятиях легкой промышленности с учетом фактора неопределенности и рисков.

### *Методы исследования*

Для проведения исследования использовались методы синтеза, статистического и динамического анализа. Материалы Федеральной службы государственной статистики, аналитические материалы, подготовленные Инновационным центром текстильной и легкой промышленности (ИЦТЛП) и Министерством промышленности и торговли Российской Федерации составили информационно-эмпирическую базу исследования.

### *Результаты и обсуждения*

В качестве одного из основных критериев оценки целесообразности деятельности организации практически всегда выступает цена. В условиях неопределенности понятия "цена" и "прибыльность" связаны фундаментально. Вероятностный характер получения прибыли обуславливает потребность учета неопределенности и рисков при формировании ценовой политики предпри-

ятия. В таких условиях от нынешнего менеджмента, его способности одновременно различать и учитывать разнообразные типы неопределенности, их общее влияние и предопределенные ими риски зависит успешная деятельность предприятия. Специфика управления рисками производственных предприятий обрабатывающего комплекса, к которым относятся хозяйствующие субъекты легкой промышленности, а также связанные сегменты смежных отраслей, определяется разнородностью производственных процессов, недостаточностью статистической базы, неповторимостью большинства рискованных событий.

Анализ ряда отечественных предприятий отрасли выявил, что основной проблемой большинства из них является инерционность ценовой политики, т.е. ценовая политика не учитывает как неопределенность внешней среды предприятия, так и возмущения внутренней среды [2]. Среди основных проблем легкой промышленности отмечается низкий уровень технической оснащенности, дефицит квалифицированных специалистов, недостаточность собственной сырьевой базы, конкуренция со стороны европейских и азиатских производителей [3], но не рассматриваются влияние и связь этих факторов с ценовой политикой предприятия.

На ценообразование в текстильной промышленности влияет и стоимость сырья, которое не производится в России или производится в количествах, не обеспечивающих потребности предприятий. Уровень цен находится не только под влиянием комплекса ценообразующих факторов, но и зависит от рискованного ландшафта предприятия, определение которого предполагает высокую информированность о динамике изменений во внешней среде. Учет рисков предприятия, усложняет идентификацию силы и направления воздействия всех условий, которые в той или иной степени будут воздействовать на процесс ценообразования [4], [5]. В условиях, когда неопределенность лежит в основе множества явлений и является составной частью экономики, на первый план выходит ценовой менеджмент, включающий в себя расширенный

инструментарий управления ценовой политикой предприятия с учетом неопределенности и рисков.

На предприятиях легкой промышленности широко используются модели ценообразования, ориентированные на издержки (рис 1).



Рис. 1

"Модель полных издержек" пренебрегает анализом потребительских предпочтений и соответственно формирующегося спроса, а также действий конкурентов на рынке, не учитывает цели и задачи, стоящие перед предприятиями, что не способствует формированию оптимальной цены. Данная модель считается наиболее удобной для предпринимателей и справедливой как для потребителей, так и для предприятий, так как проще определить сумму издержек и величину планируемой прибыли, нежели спрогнозировать изменения в рыночной среде. Очевидно, что когда такую модель применяют большинство предприятий отрасли, то цены постепенно "выравниваются".

"Модель возврата инвестиций" обеспечивает предприятиям так называемый уровень эффективности инвестиций. Особенностью "модели маржинальных издержек" является расчет верхней и нижней границы цены на основе использования системы учета затрат "директ-костинг" [6].

Современный тренд в формировании цены предприятиями – это "ценообразование по ощущаемой ценности". Достаточно популярной становится и "модель целевых затрат", которая была разработана в Японии и позволяет ориентироваться на верхний ограничительный предел рыночных цен в сегменте реализации продукции.

Приоритетная цель формирования ценовой политики – применение инструментов, позволяющих интегрировать результаты

оценки изменений во внешней и внутренней среде с учетом факторов неопределенности и рисков в имеющиеся модели ценообразования, что позволяет определить со-

вокупность этапов или алгоритм, с помощью которого разработка ценовой политики будет осуществляться наиболее эффективно (рис. 2).

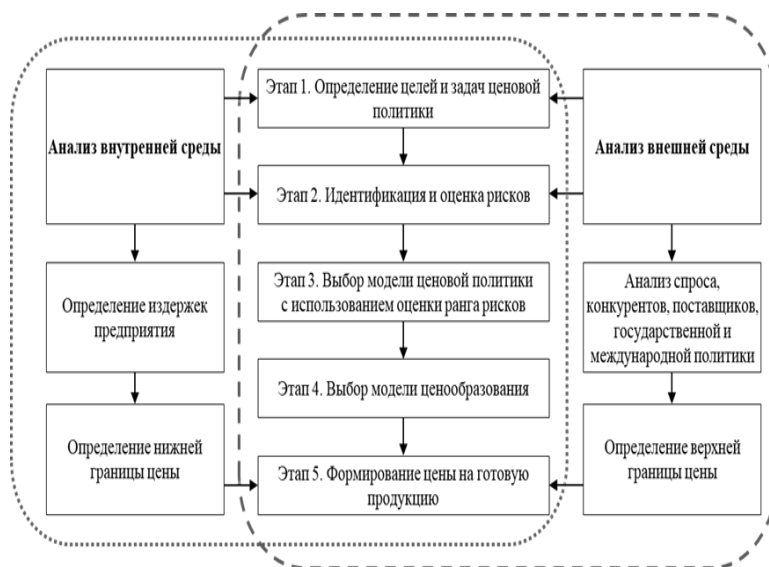


Рис. 2

Вид и характер деятельности предприятия, ассортимент, уровень новизны производимой продукции, состояние рынка и многие другие факторы влияют на выбор модели ценообразования, формируют рисковое поле организации и стратегию управления рисками [9].

Идентификация и оценка рисков для формирования ценовой политики без-условно

должна являться частью общего процесса управления рисками организации. На основе полученных результатов оценки рисков рассчитывается обобщенный ранг риска. На основе матрицы рисков риски делятся по категориям: риски с высоким рангом, средним и низким (табл. 1 – матрица воздействия (вероятностей и последствий) рисков (условный пример)).

Таблица 1

Вероятность	Угрозы					Благоприятные возможности				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05
Последствия										

Согласно матрице рисков можно выделить три основные группы рисков, влияющие на ценовую политику и формирование цены предприятия.

1) Риски, имеющие высокую или низкую вероятность, но потенциально приводящие к несущественным последствиям, незначительно влияют на ценообразование. Им присваивают низкий ранг.

2) Риски, которые характеризуются низкой вероятностью и большими последствиями, а также высокой вероятностью и несущественными последствиями, не критично воздействуют на формирование цены, получают средний ранг.

3) Риски с достаточно высокой вероятностью и критичными последствиями для формирования ценовой политики предприятия

тия. Такие риски должны находиться под пристальным вниманием менеджмента, их ранг высокий.

Так как шкала оценки вероятности и последствий рисков разрабатывается для каждого предприятия с учетом характера деятельности и рынка, то полученный ранг риска будет отражать значимость риска для конкретного предприятия. Определив взаимосвязи основных групп рисков согласно

матрице рисков и моделей ценовой политики, которая будет зависеть от специфики и условий деятельности предприятия, можно предложить алгоритм выбора модели ценовой политики на основе анализа и оценки рисков с использованием матрицы рисков в условиях неопределенности (рис. 3 – выбор модели ценовой политики с использованием матрицы рисков).

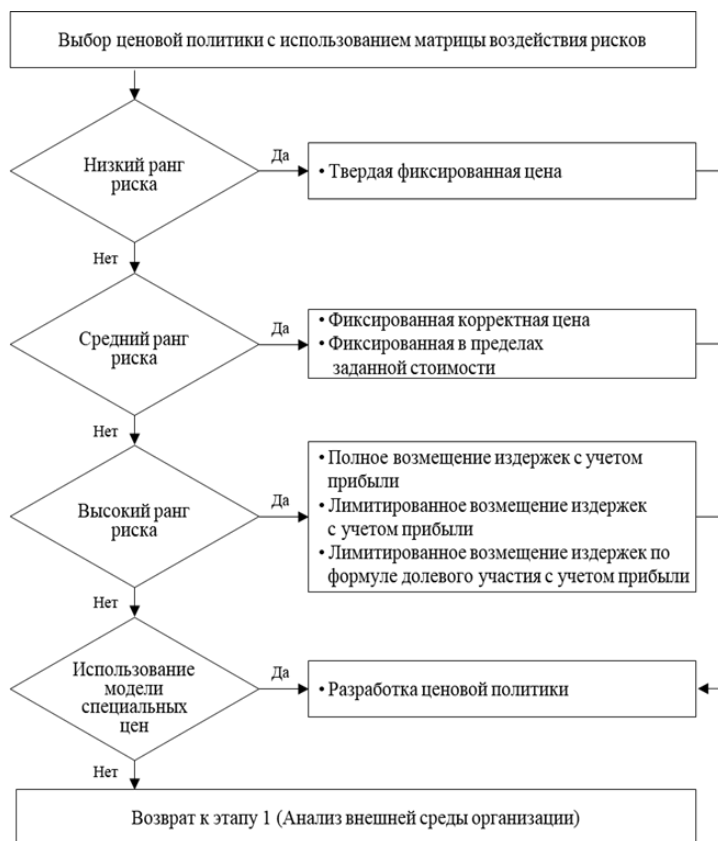


Рис. 3

Несомненно, предложенный алгоритм можно дополнить еще рядом переменных, т.к. высокая степень неопределенности внешней экономической среды не предполагает быстрого и очевидного формирования идеальной ценовой политики предприятия легкой промышленности с учетом стратегии управления рисками. Однако применение такого алгоритма, безусловно, определяет основной подход к выбору оптимальной ценовой политики, предполагающей учет результатов структурированного анализа рисков ландшафта предприятия. Динамическое сравнение рангов рисков может быть очень полезно и в целях

управленческой диагностики при формировании ценовой политики предприятия.

## В Ы В О Д Ы

Предлагаемый в исследовании подход обеспечивает поддержку процесса формирования ценовой политики и окончательной цены предприятия за счет систематизации и рейтинговой оценки совокупности рисков факторов и определения практических предпосылок получения совокупного результата управления в условиях усиления динамики и сложности рыночной среды. Не вызывающая сомнений необхо-



димось учитывать неопределенность внешней среды обуславливает применение эффективного инструментария разработки ценовых решений для обоснованного выбора ценовой стратегии предприятия [10]. Быстрая адаптация к условиям внешней среды с учетом неопределенности и рисков факторов может быть успешна реализована с помощью предложенного алгоритма действий, фактически ценовой тактики, применяемой на основе матрицы рисков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства РФ от 06.06.2020 № 1512-р об утверждении "Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года" – Сайт Правительства Российской Федерации / - URL: WWW.static.government.ru (Дата обращения 15.05.2021).

2. Анисимова Н.В. Формирование ценовой политики предприятий легкой промышленности: Дис...канд. экон. наук. – Новосибирск, 2004.

3. Горбашко Е.А., Леонов С.А., Малевская-Малевич Е.Д. Современное состояние и перспективные тенденции текстильной отрасли легкой промышленности России // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №1. С. 23...28.

4. Корниенко О.Ю., Макарова В.А. Актуальные вопросы оценки эффективности корпоративного риск-менеджмента. – Изд. 2-е, дополненное. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015.

5. Кожухина К.А. Анализ подходов к управлению рисками на предприятиях [Электронный ресурс] / Режим доступа. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-podhodov-k-upravleniyu-riskami-na-predpriyatiyah>

6. Ковалева О.Л. Обоснование тактических ценовых решений на основе маржинального анализа // Новая экономика. – 2009, № 1-2. С. 51...61.

7. Официальный сайт Министерства промышленности и торговли Российской Федерации <https://budget.minpromtorg.gov.ru/citizens> (Дата обращения 23.05.2021).

8. Итоги развития легкой промышленности России в 2015 – 2019 гг. Перспективы отрасли в 2020 – 2025 гг. 1 вер (inpctlp.ru) (Дата обращения 19.06.2021).

9. Шальмиева Д.Б. Проблемы стоимостной оценки продукции, участвующей во внешнеторговом обороте, в условиях необходимости импортозамещения // Мат. XII Междунар. научн.-практ. очной конф.: Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 5-9 сентября 2016 г. С. 284...289.

10. Черников Б.В., Антончиков С.Н. Разрешение неопределенности – ключевая задача адаптивных

систем // Фундаментальные исследования. – 2016, № 12-5. С. 1167...1178. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41236> (дата обращения: 24.07.2021).

11. Myers B. & Howell A. L. & Reddy-Best K. L. & Sanders E. A. Elevate to Innovate: Finding Innovative Ways to Incorporate Diversity and Inclusion into the Textile and Apparel Curriculum // International Textile and Apparel Association Annual Conference Proceedings. – 2020, 77(1). doi: <https://doi.org/10.31274/itaa.12263>

12. Jung Ha-Brookshire, Karen LaBat. Envisioning Textile and Apparel Research and Education for the 21st Century. ITAA Monograph # 11. – 2015. ITAA\_Monograph\_11.pdf (ymaws.com)

13. Масюк Н.Н., Чебыкина Е.В. Анализ и классификация рисков текстильного предприятия с целью построения его рискового профиля // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №1. С. 23...28.

#### REFERENCES

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 06.06.2020 № 1512-r ob utverzhdenii "Svodnoy strategii razvitiya obrabatyvayushchey promyshlennosti Rossiyskoy Federatsii do 2024 goda i na period do 2035 goda" – Sayt Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii / - URL: WWW.static.government.ru (Data obrashcheniya 15.05.2021).

2. Anisimova N.V. Formirovanie tsenovoy politiki predpriyatiy legkoy promyshlennosti: Dis...kand. ekon. nauk. – Novosibirsk, 2004.

3. Gorbashko E.A., Leonov S.A., Malevskaya-Malevich E.D. Sovremennoe sostoyanie i perspektivnye tendentsii tekstil'noy otrasli legkoy promyshlennosti Rossii // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №1. S. 23...28.

4. Kornienko O.Yu., Makarova V.A. Aktual'nye voprosy otsenki effektivnosti korporativnogo risk-menedzhmenta. – Izd. 2-e, dopolnennoe. – SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2015.

5. Kozhukhina K.A. Analiz podkhodov k upravleniyu riskami na predpriyatiyakh [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-podhodov-k-upravleniyu-riskami-na-predpriyatiyah>

6. Kovaleva O.L. Obosnovanie takticheskikh tsenovyykh resheniy na osnove marzhinal'nogo analiza // Novaya ekonomika. – 2009, № 1-2. S. 51...61.

7. Ofitsial'nyy sayt Ministerstva promyshlennosti i trgovli Rossiyskoy Federatsii <https://budget.minpromtorg.gov.ru/citizens> (Data obrashcheniya 23.05.2021).

8. Itogi razvitiya legkoy promyshlennosti Ros-sii v 2015 – 2019 gg. Perspektivy otrasli v 2020 – 2025 gg. 1 ver (inpctlp.ru) (Data obrashcheniya 19.06.2021).

9. Shal'mieva D.B. Problemy stoimostnoy otsenki produktsii, uchastvuyushchey vo vneshnetorgovom obrote, v usloviyakh neobkhodimosti importozame-

shcheniya // Mat. KhII Mezhdunar. nauchn.-prakt. ochnoy konf.: Kozha i mekh v XXI veke: tekhnologiya, kachestvo, ekologiya, obrazovanie. – Ulan-Ude: Izd-vo VSGUTU, 5-9 sentyabrya 2016 g. S. 284...289.

10. Chernikov B.V., Antonchikov S.N. Razreshenie neopredelennosti – klyuchevaya zadacha adaptivnykh sistem // Fundamental'nye issledovaniya. – 2016, № 12-5. S. 1167...1178. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41236> (data obrashcheniya: 24.07.2021).

11. Myers B. & Howell A. L. & Reddy-Best K. L. & Sanders E. A. Elevate to Innovate: Finding Innovative Ways to Incorporate Diversity and Inclusion into the Textile and Apparel Curriculum // International Textile and Apparel Association Annual Conference Proceed-

ings. – 2020, 77(1). doi: <https://doi.org/10.31274/itaa.12263>

12. Jung Ha-Brookshire, Karen LaBat. Envisioning Textile and Apparel Research and Education for the 21st Century. ITAA Monograph # 11. – 2015. ITAA\_Monograph\_11.pdf (ymaws.com)

13. Masyuk N.N., Chebykina E.V. Analiz i klassifikatsiya riskov tekstil'nogo predpriyatiya s tsel'yu postroeniya ego riskovogo profilya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, №1. S. 23...28.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 11.11.21.

UDC 339.13:675.92.035(100:574)  
DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_18

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MARKET  
OF THE LEADING COUNTRIES OF THE WORLD AND KAZAKHSTAN  
FOR THE PRODUCTION OF TEXTILE MATERIALS  
USED IN THE SHOE INDUSTRY**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
РЫНКА ВЕДУЩИХ СТРАН МИРА И КАЗАХСТАНА  
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБУВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*S.S. SABYRKHANOVA, B.I. BITLISI, Y.G. KAIRBEKKYZY*

*S.C. САБИРХАНОВА, Б.И. БИТЛИСИ, Е.Г. КАИРБИКИЗИ*

(M.Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,  
Ege University, Behzat Oral Bitlisi, Bornova İzmir Türkiye,  
AkhmetYassawi International Kazakh-Turkish University, Republic of Kazakhstan)

(Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,  
Эгейский университет, Турция,  
Международный казахско-турецкий университет  
имени Ходжи Ахмеда Ясави, Республика Казахстан)

E-mail: sveta577@mail.ru

*The article examines the current state of the light and textile industry of the Republic of Kazakhstan and provides analyses of the produced products. World practice shows that light industry has the highest possible turnover of capital, respectively, the products produced belong to the goods of necessity after food, the demand for it is unlimited. In recent years, the demand for fabrics of improved consumer properties and fashionable design has increased, which has affected the volume of production. In the industry, there is a decline in the use of domestic textile materials for shoes, which is accompanied by import substitution from developed countries. Kazakhstan is a leader in the export of high-quality raw cotton materials. All processed materials are imported to Kazakhstan from other countries, which negatively*

*affects the competitiveness of the products, which determines the relevance of scientific research. Based on the results of a marketing study on the production of shoes in, the ways of development of the shoe industry in the Republic of Kazakhstan are proposed.*

*В статье рассматривается современное состояние отрасли легкой и текстильной промышленности Республики Казахстан, и приводится анализ выпускаемой продукции. Мировая практика показывает, что легкая промышленность имеет максимально высокую оборачиваемость капитала, соответственно выпускаемая продукция относится к товарам первой необходимости после продуктов питания, и спрос на нее неограничен. В последние годы увеличился спрос на ткани улучшенных потребительских свойств и модного дизайна, который повлиял на объемы производства продукции. В отрасли отмечается спад использования отечественных текстильных материалов для обуви, который сопровождается импортозамещением из развитых стран мира. Казахстан лидирует по экспорту качественных необработанных хлопчатобумажных материалов. Все обработанные материалы импортируются в Казахстан из других стран, что отрицательно сказывается на конкурентоспособности выпускаемой продукции. Все это определяет актуальность научного исследования. На основе результатов маркетингового исследования по производству обуви предложены пути развития обувной промышленности в Республике Казахстан.*

**Keywords:** light industry, textile industry, footwear, textile materials, import, export, competitiveness, import substitution.

**Ключевые слова:** легкая промышленность, текстильная промышленность, обувь, текстильные материалы, импорт, экспорт, конкурентоспособность, импортозамещение.

### *Introduction*

The light industry is one of the socially significant industries that can provide the population with high employment and have the opportunity to develop the economy during the next wave of crisis, falling oil prices, and declining mineral reserves [1], [2].

World practice shows that the turnover of capital in the market of textile and light industries is very high, and the products produced belong to basic necessities and demand is not limited. In foreign countries, much attention is paid to the development of light industry in Belarus, Turkey, Uzbekistan, and a number of measures are aimed at the development of the cotton, textile, garment-knitwear, leather-fur and shoe industries. The textile industry forms the main material situation between people, i.e. the establishment of close contacts with the consumer, the dynamics of the industry, which is determined by the intensive transition of the

range of products produced due to the change of mode, changes in tastes and requirements for raw materials, semi-finished products [3...5].

In recent years, market conditions have changed, and the demand for improving the design and consumer properties of fabrics has increased. In Kazakhstan, the share of this industry in the range of products is very low. At the same time, this demand affected the volume of output [6...8].

### *Experimental part*

The fact that in Kazakhstan there is no production of shoe textile materials and consumer textile shoe products, the import of materials necessary for the production of shoes from fully developed foreign countries is becoming relevant. Approximately 98% of all products of the market are imported from China, Turkey, Russia, and Belarus [9...13].

The shoe industry is an ever-growing sector in the global economy. At the present stage, textile materials along with natural leather are increasingly used in the manufacture of shoes, which is much cheaper. The leader in the production of shoes has moved from the former leaders of China and other Asian countries – India, Vietnam, Indonesia, Italy and the United States [14].

At the beginning of 2017 was announced the strategic plan until 2025, sets tasks for accelerated qualitative economic growth and improving the standard of living in the country. The government is already faced with the task of increasing non-primary exports by 2 times by 2025 [15], [16]. Approved roadmap for the development of light industry for 2019-2021, designed to develop the "Economy of Simple Things", and aimed at supporting and developing industrial enterprises, primarily light industry [17]. In the light industry of Kazakhstan, only raw materials are exported. And the import of finished products exceeds the export of raw materials by 3 times. The Republic of Kazakhstan is an agrarian country and should have provided light industry with sufficient domestic raw materials. All domestic suppliers of raw materials transferred their goods to the markets of China and Turkey [18].

#### *Result and discussion*

In Kazakhstan, the main suppliers of light industry goods are China, Turkey, and Russia. However, Kazakhstan has the opportunity to produce textile materials for the production of shoes – at the LLP AZALA Textile. Due to the high quality of the products, the plant is not only one of the leaders of the light industry of Kazakhstan, but also has established itself as an international producer of cotton products of the highest level, exported to Lithuania, Latvia, Germany, Italy, Poland, as well as neighboring countries.

In 2010, a program for the development of light industry in the Republic of Kazakhstan for 2010-2014 was developed, which aimed at developing the production of competitive consumer goods with high quality and a wide range of light industry products. [19]. After this program, an increase in industrial production in light industry was achieved. However, at the moment there is a negative

balance of the foreign trade balance of light industry goods. This reflects the foreign trade shortage of these goods [20].

There are favorable conditions for the further development of light industry in Kazakhstan. Kazakhstan is close to raw material-producing regions such as Turkmenistan, Uzbekistan, and Tajikistan. At the same time, Kazakhstan is close to potential markets for light industry products, such as Russia, Asia and Europe. The regions where cotton is grown have labor resources, which provides a significant resource potential for the development of light industry [21], [22].

World light industry is characterized by stable economic growth associated with population growth, increasing its well-being and purchasing power, and accordingly (Figure 1) light industry products are rapidly developing on the world market. Consumption of textile products is steadily increasing by 2-4% per year, shoes-by 3-4% [23], [24].

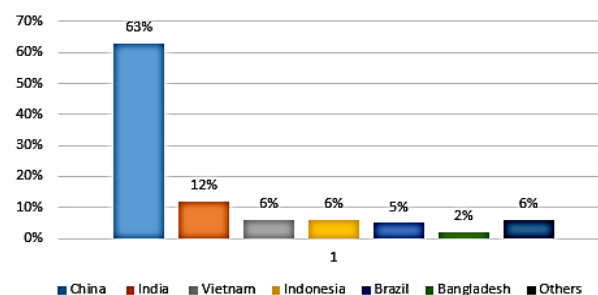


Fig. 1

All manufactured shoes are classified according to different characteristics, namely: by purpose; by gender and age; by fastening methods [25...28]. Production in the shoe industry includes the entire process from cutting materials to assembling and finishing shoes. Along with a detailed specialization, shoes are produced that are characterized by a specific feature (materials used for the top and bottom of the shoe, purpose, method of fastening). Today, the leather and shoe segment of the light industry of Kazakhstan is represented by more than 160 enterprises, 56 of which produce shoes [29].

According to the Association of light industry enterprises of the RK, today Kazakhstan's domestic demand for shoes is provided

only by 1-2% at the expense of domestic production. The main part of the market is represented by imported products imported from China, Turkey, Russia and Belarus [30...33].

In 2018, the volume of production of shoes, except for sports, protective and orthopedic ones, amounted to 1,084 thousand pairs, and in the same period a year earlier-1,229.8 thousand pairs [34].

In 2018 and 2017, the main volume of production in Almaty amounted to 479.6 thousand pairs and 566.3 thousand pairs, respectively, but in 2016, the leader in production was the South Kazakhstan region. In 2017, shoe exports in monetary terms decreased by 2 times compared to the level of 2016 (from 15.6 to 8 million). This is due to the export of cheap shoes, because during this period, exports increased on the contrary (from 2,6 to 3,3 million pairs). In 2018, exports increased by 2% compared to 2017 and amounted to 8.2 million US dollars. In 2018, exports in kind decreased by more than 2 times compared to the previous year due to the fact that more expensive shoes were exported than a year ago [35].

Figure 2 shows a decrease in the number of pairs of shoes exported from Kazakhstan. Figure 5 shows that more than half of all exported shoes were made of natural leather, followed by rubber or plastic shoes, which accounted for 58%, and textile shoes-8%.

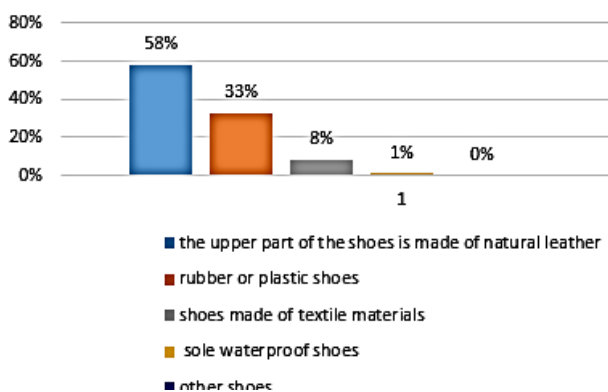


Fig. 2

Fig. 3 shows the level of shoe consumption in developed countries and Kazakhstan. In Kazakhstan, the average consumption of shoes per person is 2 pairs respectively in the USA

with an average of 7 pairs per person per year [35].

Experts say that by 2020, the volume of the global shoe market will reach more than 22 billion pairs of shoes were produced world-wide. Most of the shoes, about 40%, are sold in Europe, followed by China and the United States. This is followed by India, Brazil, Vietnam and Indonesia [36...40].

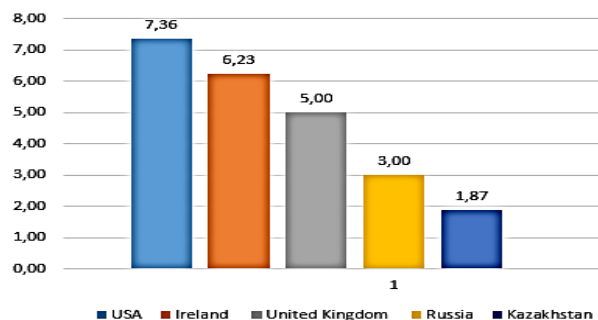


Fig. 3

### Conclusion

Kazakhstan has potential for growth of shoe market. In order to own their own brand and compete with imported shoes, Kazakhstan companies need to pay attention to the quality of manufactured products, actively support their brand with advertising, and improve the quality of customer service. The state provides support to domestic enterprises of the industry.

### REFERENCE

1. Obzor sostoyaniya legkoi promyshlennosti Kazakhstana importozameshchenie eksport i gospodderzhka. Available: [primeminister.kz](http://primeminister.kz) 23.12.2019
2. *Salmanov A.A.* The role of improving the management of circulation funds in ensuring the sustainable development of light industry enterprises // Problems of the modern economy. – Moscow, 2012, № 3 (43). P. 74.
3. Legkaya promyshlennost. Available: <https://studme.org/15230409/>
4. *Ikramov M.A., Mamajonov H.N., Toshpulatov I.A.* Improvement of light industry enterprises and competitiveness of management system //Upravlenie innovatsionnymi i investitsionnymi processami i izmeneniyami v usloviyakh cifrovoy ekonomiki.– 2019. P. 118...124.
5. *Kulanova D.A. i dr.* Evaluation and Analysis of Light Industry in the Republic of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020 № 4. P. 153...156.
6. Proizvodstvo gotovykh tekstilnykh izdelii krome odezhdy available:<https://atameken.kz/> 30.10.2018.

7. Naskolko legok na pod'em legprom. Available: <https://www.qazindustry.gov.kz/> 11.08.2020
8. *Ortikmirzaevich T.B.* Distinctive features of organization of production at light industry enterprises // *Zbornik radova Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo.* – 2018 №. 47-1. P. 88...93.
9. Proizvodstvo obuvi v Kazahstane. Available: <https://turkestan.atameken.kz/> 20.10.2019
10. Vedushie strany - proizvoditeli obuvi, 2018. Available: [www.statista.com](http://www.statista.com) 30.10.2019.
11. *Tulegenov S.* The influence of integration processes on foreign trade in kazakhstan // *cer Comparative European Research 2014.* – 2014. P. 82.
12. *Biselli M.* China's role in the global textile industry // *Student Research Projects/Outputs.* – 2009, № 039-2009.
13. *Khazhgalieva D.M. I dr.* Problems of Formation and Development of Cluster Economy Using the Example of Light Industry of the Republic of Kazakhstan // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2020, № 2. P. 53...56.
14. *Pazilov G.A. et al.* Textile industry: issues of managing the growth of innovative activity in enterprises // *Polish Journal of Management Studies.* – 2020. V. 21.
15. *Nazarbayev N.S.* Strategiiia "Kazahstan – 2050" Poslanie presidenta strany narodu Kazakhstana 14 dekabria 2012 g. – Astana, 2012.
16. Biuro nacionalnoi statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniuu I reformam Respubliki Kazahstan. Available: <https://stat.gov.kz/> 4/11/2020
17. Na kakom urovne nakhoditsya razvitielegkoi promyshlennosti v Kazahstane. Available: [strategy2050.kz](http://strategy2050.kz) 11.12.2019.
18. *Amirbekova A., Madiyarova D., Andronova I.* What are the pros and cons for Kazakhstan of joining the WTO from an export potential point of view? // *Journal of Business and Retail Management Research.* – 2017. V. 11. №. 3.
19. My labuteny sshit smogli by ili tyazhkaya dolya legkoj promyshlennosti kazakhstana. Available: [www.obk.kz](http://www.obk.kz) 09.11.2020]
20. *Khudova L.N.* O tekushei situacii v legkoi promyshlennosti v Respublike Kazahstan. // *Innovacionnye tekhnologii pr-va tovarov, povyshenie kachestva I bezopasnosti produkcii leg.promti. Materialy Mezhdunarod. konf.* – Almaty, 25maya 2012. P.59...61.
21. *Nurlanova N.K., Omarov A.K.* Predposylki I factory strukturnoi modernizacii legkoi promyshlennosti Kazakhstana// *Evraziiskii Soiuz Uchenykh (ESU).* – Almaty, 2019. 2 (59). P. 45...49.
22. *Dyker D.A.* Competitiveness in engineering and light industry in Kazakhstan.
23. *Khudova L.N.* Vozmozhnosti legkoi promyshlennosti v Respublike Kazahstan v usloviyakh modernizacii proizvodstva // *Innovac. Tekhnologii tovarov, povyshenie kachestva I bezopasnosti produkcii leg.prom-ti: Materialy Mezhdunar. nauch.-pract. konf.* – Almaty, 28-29 apr. 2011. P. 6...10.
24. *Staikos T., Rahimifard S.* Post-consumer waste management issues in the footwear industry // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture.* – 2007. T. 221. №2. P. 363...368.
25. Global-footwear-market. available: [www.statista.com](http://www.statista.com) 26.05.2021
26. *Hosoda M. et al.* The effect of various footwear types and materials, and of fixing of the ankles by footwear, on upright posture control // *Journal of Physical Therapy Science.* – 1997. T. 9. №. 1. P.47...51.
27. *Barwick A.L. et al.* Independent factors associated with wearing different types of outdoor footwear in a representative inpatient population: a cross-sectional study // *Journal of foot and ankle research.* – 2018. T. 11. №. 1. P. 1...8.
28. GOST 23251-83. Obuv. Termyny I opredeleniya: mezhgosudarstvennyi standart : utverzhen I vveden v deistvie postanovleniem gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 10.10.83 № 4892-st : data vvedeniya 1985-01-01. - M.: Standartinform, 2008.
29. Oficialnyi sait Agentstva Respubliki Kazahstan po statistike. Available: [www.stat.kz](http://www.stat.kz)
30. Legkaya promyshlennost stoit na urale. Available: <http://apl.kz/> 5.05.2021.
31. Gotov li Kazahstan k vozrozhdeniiu legkoi promyshlennosti. Available: [kapital.kz](http://kapital.kz)
32. *Aidarova A.B., Yessentaeva A.A., Spataev B.O.* Analysis of development of light industry in RK // *Industrial Technologies and Engineering (ICITE-2017).* – 2017. P. 296...301.
33. *Kuznetsov A. et al.* Monitoring of Direct Investments of Russia, Belarus, Kazakhstan and Ukraine in Eurasia—2014 // *Belarus, Kazakhstan and Ukraine in Eurasia-2014 (January 24, 2015).* – 2015.
34. Komitet po statistike MNE RK. Available: [www.stat.gov.kz](http://www.stat.gov.kz) 21.01.2021.
35. Komitet po statistike I Komitet gosudarstvennykh dokhodov RK. Available: [www.stat.gov.kz](http://www.stat.gov.kz) 21.01.2021.
36. Komitet po statistike RK I Komiteta tamozhenogo kontrolya RK. available: [www.stat.gov.kz](http://www.stat.gov.kz) 21.01.2021.
37. World Bank. Trade Expansion Through Market Connection: The Central Asian Markets of Kazakhstan, Kyrgyz Republic, and Tajikistan. – The World Bank, 2011.
38. World Footwear Association. Available: [www.worldfootwear.com](http://www.worldfootwear.com) 21.04.2021
39. Analliz rynka obuvi v Kazahstane. Available: [www.tebiz.ru](http://www.tebiz.ru)
40. *Abdikerimova G.I. u dr.* Light Industry of the Republic of Kazakhstan: Risks, Problems and Ways of their Resolution // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2020, № 4. P. 14...17.

Поступила 12.11.21

**LEATHER PRODUCTION: THE CONSEQUENCES  
OF THE PANDEMIC AND TECHNOLOGICAL TRENDS\***

**КОЖЕВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ПОСЛЕДСТВИЯ ПАНДЕМИИ  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ**

*G.I. ABDIKERIMOVA, D.A. KULANOVA, N.A. UMBETALIYEV,  
Z.A. BIGELDIEVA, A.A. SADYKBEKOVA*

*Г.И. АБДИКЕРИМОВА, Д.А. КУЛАНОВА, Н.А. УМБЕТАЛИЕВ,  
З.А. БИГЕЛЬДИЕВА, А.А. САДЫКБЕКОВА*

**(M. Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,  
Shymkent University, Republic of Kazakhstan)**

**(Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан,  
Шымкентский университет, Республика Казахстан)**

E-mail: abdikerimova71@mail.ru; k\_dana\_a@mail.ru;  
a.umbitaliyev@mail.ru; saijarkyn@mail.ru

*At the present stage of the country's economic development, within the framework of the global COVID-19 pandemic, the problem of developing and implementing a long-term strategy for the sustainable development of industrial sectors and processing industries, one of which is the leather industry, becomes extremely urgent. The economic growth and development of the leather industry should be carried out within the framework of a unified strategy for the development of enterprises in various industries, the implementation of interrelated measures at all levels of management, including the management of the national economic complex as a whole, the light and chemical industries, animal husbandry and individual commodity producers. The complex of problems that take place in the state and development of the leather industry, its importance in the country's economy and the lack of elaboration of the problem of forming and implementing the development strategy of the industry enterprises have determined the relevance of the problem and the choice of research directions. The purpose of the research is to develop and substantiate scientific and practical provisions and recommendations for the formation and implementation of the organizational and economic mechanism of the strategy for the development of enterprises of the leather industry.*

*На современном этапе развития экономики страны, в рамках всемирной пандемии Covid-19, чрезвычайно актуальной становится проблема разработки и реализации долговременной стратегии устойчивого развития промышленных отраслей и, прежде всего, перерабатывающих, к одной из которых относится кожевенная промышленность. Экономический рост и развитие кожевенной промышленности должны осуществляться в рамках единой*

---

\* This study is funded by the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09261075 Formation of the model of the regional food hub as a horizontally integrated structure for ensuring food security (on the example of the meat cluster of Turkestan region) for 2021-2023.

\* Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант № AP09261075 Формирование модели регионального продуктового хаба как горизонтально интегрированной структуры в целях обеспечения продовольственной безопасности (на примере мясного кластера Туркестанской области) на 2021-2023 гг.

*стратегии развития предприятий различных отраслей, реализации взаимосвязанных мероприятий на всех уровнях управления, включая управление народно-хозяйственным комплексом в целом, легкой и химической промышленности, животноводством и отдельными товаропроизводителями.*

*Комплекс проблем, имеющих место в состоянии и развитии кожевенной промышленности, ее значимость в экономике страны и недостаточная разработанность проблемы формирования и реализации стратегии развития предприятий отрасли обусловили актуальность проблематики и выбор направлений научного исследования. Целью научного исследования являются разработка и обоснование научно-практических положений и рекомендаций по формированию и реализации организационно-экономического механизма стратегии развития предприятий кожевенной промышленности.*

**Keywords:** leather industry, economic efficiency, complex organization, pandemic, leather products competitiveness.

**Ключевые слова:** кожевенная промышленность, экономическая эффективность, комплексная организация, пандемия, конкурентоспособность кожевенной продукции.

*Introduction.* The leather industry traditionally plays a significant role in the national economy of the country, providing a large number of industries producing a wide range of consumer goods and industrial products with a standard assortment of skins and protein waste processing products. The efficiency of all links of the commodity and raw material chain depends on the level of development of the leather industry, the range and quality of products, its price: animal husbandry-chemistry-leather-footwear [1], [2]. The state's self-exclusion from regulating economic processes in the country during the ongoing reforms led to the disintegration of these production and economic ties, a sharp decline in production in all its links and degradation in most sectors, including a negative impact on the leather industry. Independent marketing research shows that our domestic footwear market is 75% filled with Chinese products, 10% of shoes are imported from Russia, more than 14% are supplied by Turkey, Germany, Italy, the Netherlands and other countries [3]. At the same time, Chinese shoes supplied to Kazakhstan are not adapted to the foot of Kazakhstanis, are of low quality, and are usually made of waste synthetic materials.

*Research methods.* In the process of research, in the development of organizational and economic, methodological materials and

provisions of scientific research, general scientific methods and principles of cognition, traditional methods of economic analysis were used: logical and system-structural analysis and synthesis, classification and typology.

*Results and discussion.* Unprecedented measures to contain the spread of Covid-19 will have a negative effect on the economies of countries, regardless of their integration into global supply networks. Experts of the International Monetary Fund believe that world GDP will decrease by 3% at the end of 2020 – an indicator much higher than during the financial crisis 2008-2009. Such a drop would make the current crisis the worst since the Great Depression. It is noted that in the baseline scenario, assuming a decline in the pandemic in the second half of 2020, global growth of 5.8% is expected in 2021 as economic activity. Economically developed countries will be most affected by the crisis. On average, the GDP of developed countries will decrease by 6.1% by the end of 2020: in the US, the decline will be 5.9%, in the eurozone countries – 7.5%, in Japan-5.2%. Developing countries will be less affected by the current crisis: their economies will shrink by 1% on average. For example, in China is expected to grow by 1.2% (compared to 6.1% growth in 2019), the economy of Brazil will decrease by 5.3%, Mexico-by 6.6%, South Africa - by 5.8%, Russia - by 5.5%. The



decline in industrial production is one of the reasons for decrease in economic growth. The shock of effective supply and demand, gaps in supply chains, a reduction in investment – all these factors have a negative impact on a number of industrial production sectors [4...6]. As the pandemic moved first to Euro-pean countries, and then to the United States and other countries of the world, and its consequences for the economy worsened, enterprises in many countries were forced to close. In Mexico, for example, enterprises in the free trade zones (maquilla), including tanneries, have stopped production due to a federal government decree on the termination of all economic activities of non-primary importance for at least one month. More than 2.1 million employees are employed in this sector. In China, despite the fact that factories are gradually resuming work, companies are facing challenges associated with increasing production, such as increased costs and a continuing shortage of raw materials. The medium-term consequences of the pandemic have yet to be sorted out as the leading exporting countries in key markets in the world are emerging from the worst crisis of all known [7]. In the long term, however, the pandemic may affect the composition of supply and trade systems in the global leather and footwear industry and accelerate the process of returning production or outsourcing to the nearest countries [8]. The severity of the Covid-19 crisis has required a number of immediate responses to the pandemic by Governments and organizations of employers and workers in the leather sector. These include measures aimed at stimulating the economy and the demand for labor, ensuring the preservation of jobs and incomes of employees of enterprises and their protection in the workplace; using the system of collective bargaining and social dialogue in order to find solutions. The light industry sector has social and economic importance, which provides high employment among the population, in particular, women [9]. The importance of the industry lies in the fact that the light industry takes second place after the food industry in terms of consumption [10].

The main world producers of light industry products are countries such as China and India.

For instans, China accounts for 40% of the world's cotton production, 64% of the world's yarn production, 41% of the world's fabric production and 50% of the world's clothing production. Light industry in India is the second largest employer in the country, providing jobs to 45 million people. The share of light industry in global GDP is about 3%, while in the largest producing countries the indicator exceeds 10%.

In Kazakhstan, the impact of the industry on the economy is almost insignificant – 0.2% in the GDP structure relative to other sectors of the economy and 0.3% of total employment, as well as its share in the manufacturing industry – no more than 1.2%. In the first half of 2020, due to the introduction of quarantine measures due to the spread of Covid-19 in the world, the export of Kazakh light industry products decreased by more than 50% compared to the same period of 2019. However, the trend towards a reduction in exports of products has been noticeable since 2018 due to systemic problems in the industry. In Kazakhstan, about 10% of light industry products are exported. There are 30 enterprises light industry - active exporters. In order to support the tanneries of Kazakhstan, from October 2016 to April 2017 (6 months), a ban on the export of unprocessed cattle hides was already in effect (MIR No. 607 of 15.08.2016). In this regard, according to statistics, there is a decrease in exports by 10.8%, but also an increase in imports by 43.9% in 2017 compared to 2016. However, after the ban was lifted from 2017 to 2018, the export of cattle skins from Kazakhstan was sharply increased by 44.1%. In addition, the import of hides sharply decreased from 2017 to 2019 (-82.2%). Nevertheless, from 2018 to 2019, there is a decrease in exports by 16.3%. According to the statement of the tanneries of Kazakhstan, they were on the verge of closure due to a shortage of raw materials.

In this regard, to provide domestic processing enterprises with raw materials and load idle production capacities, from February 19, 2019 for a period of 6 months (until September 10, 2019), another ban on the export of unprocessed cattle skins was imposed in Kazakhstan (MIIR No. 89 of 19.02.2019). In addition, in August 2019, Kazakhstan introduces a new

ban on the export of cattle skins by road from the territory of the Republic of Kazakhstan for up to 5 years. Due to the ban on the export of hides, as well as the introduction of quarantine measures due to the spread of Covid-19, the export of hides decreased by 61.4%, and imports fell from 74.4 thousand US dollars to 2.2 thousand US dollars.

In Kazakhstan, due to the coronacrisis, 8 enterprises for processing pet skins are sit idle. Further, farmers are forced to throw tons of raw materials into landfills or sell them for a song. The existing tanneries complain about the low quality of hides in the country. Today, they are only 40% loaded. Specialists intend to solve the problem of import substitution at production facilities. An entire industry in Kazakhstan is on the verge of extinction. The government measures of 2019 on restrictions on the export of unprocessed hides (aimed at the development of deep processing and the export of goods with high added value) had the opposite effect: the procurement market practically froze.

Most of the finished products of leather factories today are exported. Kazakhstan craftsmen pull over car salons or sew purses mainly from imported leather, which can be produced from domestic semi-finished products. Despite the negative positions of the leather industry in Kazakhstan, in the five months of 2021, export revenue from the sale of domestic tanned leather and leather crust from cattle hides reached \$ 2.4 million, which is 73.3% higher than the level of the same period last year. The volume of production of leather from cattle hides for 6 months of 2021 amounted to 54 million square meters, which is 15.2% higher than the same period last year. On the local market, domestic leather is purchased in small quantities by domestic manufacturers of footwear products (mainly for military and special shoes) and leather goods (bags, belts), the rest is exported. The main buyers of Kazakh leather were such countries as China, India, Italy, Turkey, Ukraine and Spain. With regard to the production of leather, the first factor of environmental friendliness is a careful attitude to resources, the main of which is water. The second factor is the reduction of emissions of harmful substances and

CO<sub>2</sub> into the atmosphere, as well as waste disposal. The third factor is the safe processing of the finished product-natural leather. Because from the point of view of ecology, both the environmental friendliness of production and the environmental friendliness of the product itself are of equal importance. The enterprises should formulate ways and methods of solving problems in the field of ecology, including: compliance with the requirements of environmental legislation; organization of a system of industrial and environmental control of all areas of the enterprise's impact on the environment; technological re-equipment and gradual decommissioning of outdated equipment; implementation of energy saving measures; reduction of waste; overqualification of personnel responsible for environmental safety; social activity in regional environmental programs. Classical marketing techniques do not work today as mechanisms for the formation of competitive advantages that could be developed into business expansion. The demonstration of samples of modern products in Kazakhstan fairs largely demonstrates the identity of the types of products both in terms of assortment and quality. The enterprises basically use the same technologies and auxiliary chemical materials. It is possible to "escape" from each other only due to the financial advantages used in the modernization of equipment.

The most successful marketing ideas of recent times are based not on a simple definition of their market and constant changes in its segmentation and product positioning, but on solving problems using lateral marketing. The emergence of lateral marketing is closely related to the increased competition in the market, the narrowing of consumer segments. The adaptation of manufacturers to the needs of customers makes the markets fragmented, that is, much smaller, while the mass of profit decreases, and sales volumes fall.

Conclusion. Fair competition, without using the ignorance of the client, can go mainly in the third direction. But even in this case, the opportunities to fight for leadership are not unlimited. All the techniques are well known to competitors. The view on the development of the country's leather industry can be expressed in the following conjuncture-forming factors:

1. Lack of advantages in relation to competing countries in the quantity, quality and price of raw leather. The state influence of measures of influence on the possible correction of these factors is insignificant.

2. The presence of industry – leading enterprises in the country that are not inferior to the leaders in developed countries in terms of equipment.

3. Wide access to modern chemical technologies through leading foreign companies, for which the Kazakh market is among the most important markets in the world.

4. The underdevelopment of the production of the main chemical materials for leather technology in the country: fats, nitroconducting, acrylic and polyurethane dispersions, functional additives in coating paints, enzyme preparations, antiseptics, special reagents that can modify the assortment groups of goods, paying due attention to the environmental aspect in the technological process.

5. The backward system of production organization and personnel training, including internships at foreign enterprises, the lack of consulting services and outsourcing, in other words, marketing management of enterprises at a low level.

Small enterprises of the industry producers lack assortment, process and operational specialization, which makes them uncompetitive and leads to bankruptcy.

6. The financial component of the enterprises' activities is apolitical. Long mutual non-payments with partners are of a compelling nature.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Pringleand Thompson M. Brand Spirit. John Wiley and Sons. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economics.studio> (дата обращения: 15.07.2015)

2. Schuller A.M. Kunden auf der Flucht? Wie Sie loyale Kunden gewinnen und halten. – Zurich, 2011.

3. Peppers D. Trast Stakes its Claim to Customer Value / D. Peppers // 1tol Magazine. – 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://1tol.com> (дата обращения: 04.05.2015)

4. Ивановская область: меры государственной поддержки текстильного и швейного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Ivanovskaya\\_oblast.Mery\\_gospod](http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Ivanovskaya_oblast.Mery_gospod)

derzhki\_tekstilnogo\_i\_shveyного\_proizvodstva.pdf (дата обращения: 04.05.2015)

5. Яковенко Н.В. Текстильная промышленность депрессивного региона: социально-экономические тенденции (Ивановская область) // Вестник ВГУ, Серия: география, геоэкология. – 2016, № 1. С.44...50.

6. Легпром завтра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expert.ru/siberia/2016/03/legprom-zavtra/> (дата обращения: 04.02.2017)

7. Котлер Ф. Маркетинг от А до Я: 80 концепций, которые должен знать каждый менеджер – М.: Альпина Паблишес, 2012.

8. Дубовик М.В., Нижегородцев Р.М. Проблемы управления контрагентской конкурентоспособностью промышленных предприятий и их комплексов // Вестник Московского авиационного института. – 2010. Т. 17, №4. С. 214...218.

9. Данкверт С.А., Холманов А.М., Осадчая О.Ю. Производство мяса коз // В кн.: Производство мяса в мире // ВИЖ им. Л.К. Эрнста. – М.: Экономика, 2016. С. 229...253.

10. Бижанов А.Х., Исмагамбетов Т.Т. Формирование казахстанской идентичности как фактор обеспечения стабильности в Республике Казахстан // Аль-Фараби. – 2019, №1. С. 34...48.

#### REFERENCES

1. Pringleand Thompson M. Brand Spirit. John Wiley and Sons. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.economics.studio> (data obrashcheniya: 15.07.2015)

2. Schuller A.M. Kunden auf der Flucht? Wie Sie loyale Kunden gewinnen und halten. – Zurich, 2011.

3. Peppers D. Trast Stakes its Claim to Customer Value / D. Peppers // 1tol Magazine. – 2004. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://1tol.com> (data obrashcheniya: 04.05.2015)

4. Ivanovskaya oblast': mery gosudarstvennoy podderzhki tekstil'nogo i shveyного proizvodstva [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: [http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Ivanovskaya\\_oblast.Mery\\_gospod\\_derzhki\\_tekstilnogo\\_i\\_shveyного\\_proizvodstva.pdf](http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Ivanovskaya_oblast.Mery_gospod_derzhki_tekstilnogo_i_shveyного_proizvodstva.pdf) (data obrashcheniya: 04.05.2015)

5. Yakovenko N.V. Tekstil'naya promyshlennost' depressivnogo regiona: sotsial'no-ekonomicheskie tendentsii (Ivanovskaya oblast') // Vestnik VGU, Seriya: geografiya, geoekologiya. – 2016, № 1. S. 44...50.

6. Legprom zavtra [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://expert.ru/siberia/2016/03/legprom-zavtra/> (data obrashcheniya: 04.02.2017)

7. Kotler F. Marketing ot A do Ya: 80 kontseptsiy, kotorye dolzhen znat' kazhdyy menedzher – M.: Al'pina Pablishes, 2012.

8. Dubovik M.V., Nizhegorodtsev R.M. Problemy upravleniya kontragentskoy konkurentosposobnost'yu promyshlennykh predpriyatiy i ikh kompleksov // Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta. – 2010. T. 17, №4. S. 214...218.

9. Dankvert S.A., Kholmanov A.M., Osadchaya O.Yu. *Proizvodstvo myasa koz // V kn.: Proizvodstvo myasa v mire // VIZh im. L.K. Ernsta. – M.: Ekonomika, 2016. S. 229...253.*

10. Bizhanov A.Kh., Ismagambetov T.T. *Formirovanie kazakhstanskoj identichnosti kak faktor*

*obespecheniya stabil'nosti v Respublike Kazakhstan // Al'-Farabi. – 2019, №1. S. 34...48.*

Поступила 12.11.21.

UDC 338.33

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_28

## PROBLEMS AND PROSPECTS OF LEATHER INDUSTRY DEVELOPMENT IN KAZAKHSTAN

### ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОЖЕВЕННОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА

G.I. ABDIKERIMOVA, A.Y. YESBOLOVA, D.A. KULANOVA,  
A.T. MERGENBAYEVA, M.U. DAURBAYEVA

Г.И. АБДИКЕРИМОВА, А.Е. ЕСБОЛОВА, Д.А. КУЛАНОВА,  
А.Т. МЕРГЕНБАЕВА, М.У. ДАУРБАЕВА

(M. Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan)

(Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Республика Казахстан)

E-mail: yesbolova@gmail.com

*The leather industry has traditionally played a prominent role in the country's economy, providing a standard range of leather and protein waste products with a large number of industries producing a wide range of industrial products. The article analyzes the situation in the leather industry in the territory of the Republic of Kazakhstan revealed the reasons for its weak development, such as the lack of its own raw materials base, weak financing and state support, low competition and export of unprocessed cattle leather.*

*Leather resources are considered strategic commodities and national treasures and are processed to produce a high value-added product around the world. In many developed countries, export of cattle leather is generally prohibited, in others it is subject to high export duties. The urgency of solving the problem of the development of leather production is increasing due to the loss of Kazakhstan's food security for this type of food. The purpose of the study is to identify factors that negatively effect on development of the industry and the development of effective tools for the development of the leather industry in Kazakhstan.*

*Кожевенная промышленность традиционно играет заметную роль в экономике страны, обеспечивая стандартным ассортиментом кож и продуктами переработки белковых отходов большое количество отраслей, производящих широкий спектр предметов потребления и продукции промышленного назначения. В статье проанализирована ситуация в кожевенной отрасли на территории Республики Казахстан, выявлены причины ее слабого развития, такие как отсутствие собственной сырьевой базы, слабое финансирование и поддержка со стороны государства, низкая конкуренция и экспорт кожи и шкур крупного рогатого скота. Кожевенные ресурсы во всем мире считаются стратегическим сырьем и национальным достоянием и перерабатываются*

*для получения продукта с высокой добавочной стоимостью. Во многих развитых странах их вывоз вообще запрещен, в других – облагается высокими экспортными пошлинами. Цель исследования – выявление факторов, негативно воздействующих на развитие отрасли, и разработка эффективных инструментов для завоевания ее устойчивых позиций как на внутреннем, так и на внешнем рынках.*

**Keywords: leather, sheepskin, leather production, animal husbandry, skin processing, Kazakhstan.**

**Ключевые слова: кожа, шкура, кожевенное производство, животноводство, переработка кожи, Казахстан.**

*Introduction.* At the present stage of the country's economy development, the problem of developing and implementing a long-term strategy for the sustainable development of industrial industries and, above all, processing industries, one of which includes the leather industry, becomes extremely urgent [1]. The level of leather industry development, assortment, quality of products and price depends on the effectiveness of all links of the commodity and raw materials chain: livestock - chemistry - leather – product [2]. The self-elimination of the state from regulating economic processes in the country during the ongoing reforms has led to the disintegration of these industrial and economic ties, a sharp decline in production in all its links and degradation in most industries, including negatively affecting on the leather industry [3]. The volume of production in 2019 is decreased in the industry by more than 17 times compared to 1992, and the number of personnel decreased by 6 times [4]. These circumstances give rise to a serious analysis of the state of the leather industry, the direction of its development strategy and the development of organizational and economic mechanisms that ensure economic growth and the transition to sustainable social and economic development.

*Methods.* The presented research is based on the heterodox assumptions of deductive and descriptive reasoning, along with using secondary data from the Committee on Statistics of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan, national programs re-

lated to the economic development strategies. In addition, the authors applied various methods of economic analysis, including critical literature review.

*Results and Discussions.* The withdrawal of the state from the economy in the 90s was not compensated by the development of effective forms of market relations at the intersectoral level, regional and level of individual economic entities. As a result, the decline in production volumes in all processing industries, including light industry, which amounted to almost 90% by the beginning of 2000s. To the greatest extent, the decline in production volumes affected on the leather industry.

At the beginning of the 90s, 2 pairs of shoes per person and 3 pairs per child were produced per year in Kazakhstan. By the beginning of the 2000s, a shoes production was only 1 pair per 5 person and 1 pair per 7 children. Although after 2000, the growth trends in leather production became noticeable, production capacities are used in the industry by only 10-15% [5]. One of the reasons hindering the increase in production is unfair competition from the shadow business. Consider the economic indicators of the leather industry in Kazakhstan over the past five years (Table 1). Table 1 shows that industrial output increased by 94.3 % in value terms. State support allowed the leather industry within the “Damu” Program to increase the volume of investments in fixed capital by 953 million tenge during an indicated period [6].

Table 1

Year/ Name	2015	2016	2017	2018	2019	Growth rate 2019 to 2015, %
Industrial production volume, mln. tenge	5 990	8 310	8 586	10 188	11 641	194,3
Industrial production index, percentage of previous year	103,5	101,4	109,1	107,2	98,4	-
Share of industry products in total industrial production, %	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	-
Number of personnel of the main activity, thousand people	1,1	0,9	1,1	1,0	0,8	72,7
Average monthly salary of personnel of main activity, tenge	78409	87501	70221	118871	116972	149,2
Profit (loss) before tax, million tenge	92	2 345	-107	835	1 007	1094,6
Profitability, %	0,7	29,8	-1,1	6,6	6,4	-
Producer enterprise price index, percentage of previous year	100,6	112,5	101,3	99,0	98,7	-
Investments in fixed assets, million tenge	181	1 510	2 079	349	1 134	626,5

Note:  $1 \text{ US dollar} = 426,5 \text{ tenge}$  (at the rate of the Central Bank of Kazakhstan)

One of the reasons hindering the increase in production is unfair competition from the shadow business. Consider the economic indicators of the leather industry in Kazakhstan over the past five years (Table 1). Table 1 shows that industrial output increased by 94.3 % in value terms. State support allowed the leather industry within the “Damu” Program to increase the volume of investments in fixed capital by 953 million tenge during an indicated period [6].

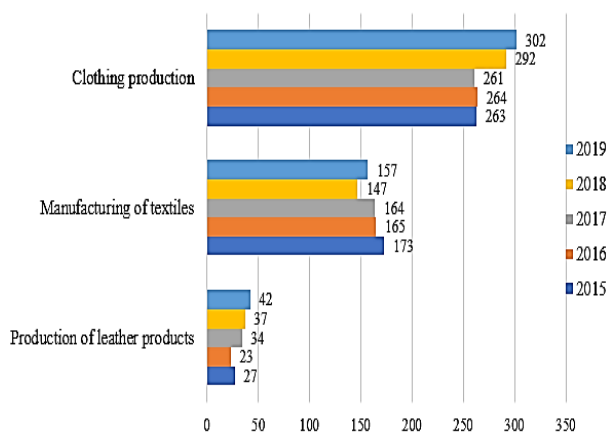


Fig. 1

The main task of the state in the framework of industrial support programs today is to equalize competitive conditions for domestic enterprises. Cash is the blood system of the economy. Therefore, such measures of support for enterprises as compensation of the interest

rate on loans for seasonal purchase of raw materials, for the purchase of new equipment, subsidized leasing, perfectly solve this problem, making domestic enterprises competitive, including in the world market. Figure 1 shows the number of operating light industry enterprises in Kazakhstan for 2015-2019.

Fig. 1 shows that the number of enterprises engaged in the production of textiles has decreased by 16 units, the production of clothing has an increase of 39 units. The number of existing leather enterprises increased by 15 units, including with the main activity by 10 units in the period 2015-2019.

In 2020, the share of the leather industry in the republican volume of industrial production amounted to 0.04%, production of textiles - 0.2% and clothing production - 0.1%. Independent marketing studies show that the domestic shoe market in Kazakhstan is 82% filled with Chinese products, 7% of shoes are imported from Russia, 11% are supplied by Turkey, Germany, Italy and other countries [7], [8]. Meanwhile, leather resources around the world are considered strategic raw materials and national treasures and processed to produce a product with high added value. In many developed countries, their export is generally prohibited, in others it is subject to high export duties. Table 2 shows the name of the products issued by the leather industry in Kazakhstan for 2015-2019.

Table 2

Year /Name	2015	2016	2017	2018	2019	Growth rate 2019 to 2015, %
Skin and leather (raw) of cattle, tons	8 777	8 067	11 122	1 591	4 718	53,8
Sheep wool, tons	2 042	1 893	2 762	345	283	13,9
Leather of cattle skins or animal skins, thousand square decimeters	155285	102550	88115	144989	102348	65,9
Fur skins, tanned or highlighted, thousand square decimeters	4980,0	2130,0	6 034,2	5 821,3	3006,2	60,4
Fur sheep, thousand square decimeters	4980,0	2 108,2	5 399,9	5 187,0	2930,5	58,8
Suitcases, bags, cases for business papers, briefcases, thousand units	25	31	36,1	27,5	46,6	186,4
Shoes, except sports, protective and orthopedic, thousand pairs	1 558,0	1 583,6	1 228,1	1 155,3	1 377,6	88,4
Shoes of rubber or polymeric materials, except shoes waterproof or sports, thousand pairs	654,2	828,1	438,4	218,1	430,5	65,8
Leather top shoes, except sports shoes, thousands of pairs	599,7	688,9	769,5	855,9	919,4	153,3

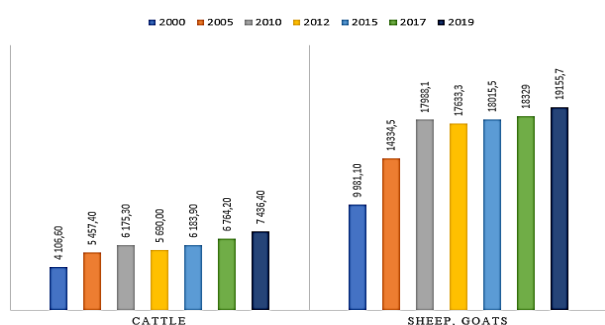


Fig. 2

It follows from table 2 that the volume of leather from the skin of cattle decreased by 4,1 thousand tons or a decrease of 53,8%, the volume of sheep's wool decreased by 1759 tons from 2015 to 2019. The reason for the decline in leather production is the shadow export of

skins. So, livestock breeders bring only a small part of the raw materials to local factories. The untreated skin is sold to resellers mostly [9]. The main resource for the development of the leather industry is livestock (Fig. 2). So, leather producers of Kazakhstan use the skin of dairy or meat cows in their production process. The cattle are raised exclusively in order to receive milk or meat. Because of this, the material has drawbacks: scars, cuts, insect bites.

The data of fig. 2 show that the number of livestock increased by 3329, 8 thousand heads, including cows - by 87%, sheep and goats – 91,9%. Despite the increase in livestock, the volume of leather production is falling every year [10], [11].

Table 3

Strengths	Weaknesses
High quality of leather. Possibility of self-training of personnel for own production and business. Long-term cooperation with foreign partners. Knowledge of the raw material market.	Low duties on the export of raw leather and skins. Weak knowledge of leather production technology. The decline in interest of young people in engineering and industrial work.
Opportunities	Threats
Preparation of competent industry management. Agreement with vendors to share and build cash flows. Interaction with international financial institutions. Penetration into new markets. The ability to promote the item through its own channels.	The emergence of new foreign manufacturers on the market with cheaper products. Complexity of customs procedures. Frequent review and introduction of new laws in Kazakhstan. High taxes. No support strategy leather industry. Weak investment performance in the industry.

In Kazakhstan, dozens of tanneries are on the verge of closing due to a shortage of raw materials, which are forced to reduce produc-

tion and send their workers on unpaid leave. Today in North Kazakhstan there are about 500 thousand heads of cattle. A fifth goes to

slaughter. Almost all skin goes abroad at a favorable price. Table 3 provides a SWOT analysis of the leather industry in Kazakhstan [12], [13].

The problems studied during the work process in the leather industry provide an opportunity to determine the priorities for the development of the industry and develop a mechanism for its support to gain sustainable positions in both domestic and foreign markets.

**Conclusion.** The mass export of raw materials from the country continues, most of it by smuggling, which leads to a shortage of over 50% of raw materials and a loss of industry. This is not in the public interest, both economically and socially. Not only the leather industry will suffer, but also other sectors of the economy. Domestic consumers of natural leather are shoe, leather and other industries. The need of law enforcement agencies and national companies for high-quality leather for special shoes has increased (due to the replacement of brush boots with waterproof leather boots). Due to insufficient supply of raw materials, shoe enterprises are forced to import finished leather with high added value. Domestic producers cover no more than 1-1,5% of the needs of the population, which is much lower than the level of economic security. The available capacity of shoe enterprises of the industry is loaded by only 20-29%, leather by 10-20% (in terms of individual enterprises). In order to prevent or reduce the critical shortage of goods for the domestic market necessary to ban the export of cattle skins. Leather is a strategic product of the state, taking into account the positive trend in livestock growth, and which can be easily exported. This will lead to a load of enterprises up to 100%, an increase in the capacity of enterprises and payments to the budget. At the same time, given the presence of its own domestic raw materials from small and medium-sized businesses for the production of clothing, shoes, and haberdashery products, it will be possible to become competitive before imported products, which in the future will give a noticeable impetus in the development of light industry.

**Acknowledgement.** This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic

of Kazakhstan (Grant No. AP09261075 - Formation of a regional food hub model as a horizontally integrated structure for ensuring food security (using the example of the meat cluster of the Turkestan region).

## REFERENCES

1. Navarro D. Life cycle assessment and leather production // *Journal of Leather Science and Engineering*. – 2020, 2-26. DOI:10.1186/s42825-020-00035-y
2. Shanthy B. Leather Technology Research Output: A Scientometric Analysis on Web of Science Database (2009-2018). *Library Philosophy and Practice*. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/2940/>
3. Gomel'ko T.V., Bortnik Y.A., Ovsyannikova M.A. Problems of Light Industry Development in Modern Russia // *Economics and Management*. – 2020, 26(1):69-73. (In Russ.) <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2020-1-69-73>
4. Regions of Kazakhstan in 2019/Statistical yearbook/in Kazakh and Russian, 451 p. Retrieved from: <http://stat.gov.kz>
5. Committee on Statistics of Republic of Kazakhstan. 2020. *Statistical Yearbook*. 285.
6. Abdymanafov S.A. Government Support of Innovative Business in the Republic of Kazakhstan // *International Electronic Journal of Mathematics Education*. – 11(5): 1033-1049.
7. Civancik-uslu D, Puig R, Voigt S, Walter D, Fullana-i-palmer P. Improving the production chain with LCA and eco-design: application to cosmetic packaging. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104475>.
8. Broka, S. et al. 2016. Kazakhstan Agricultural Sector Risk Assessment 23763. The World Bank. 78.
9. Mergenbaeva A., Nurashva K., Kulanova D., Abdtkerimova G. The economic mechanism of interaction of the region based on the textile cluster // *Proceedings of Higher Education Institutions. Textile Industry Technology*. – 2019, №1. P. 131...135.
10. Agriculture, forestry and fisheries in the Republic of Kazakhstan/Statistical collection-2014-2018/in Kazakh and Russian, 216 p. Retrieved from: <http://stat.gov.kz>
11. Felipe J., Hidalgo C. Economic diversification implications for Kazakhstan. *Development and Modern Industrial Policy in Practice. Issues and Country Experiences*. – 2015. 1: 160...196.
12. Ismailova A. et al. 2016. Overview of state support for agricultural development in Kazakhstan. *Economia Agro-Alimentare*. URL: <http://www.francoangeli.it/Riviste/SchedaRivista.aspx?IDarticolo=56654>
13. Kenney M., Zysman J. Choosing a future in the platform economy: the implications and consequences of digital platforms. In *Kauffman Foundation New Entrepreneurial Growth Conference*. – 2015. 156...160.

Поступила 12.11.21



**THE TEXTILE INDUSTRY IN THE NEW REALITIES:  
CONSEQUENCES OF THE PANDEMIC,  
WORLD EXPERIENCE AND FURTHER DEVELOPMENT IN KAZAKHSTAN**

**ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ:  
ПОСЛЕДСТВИЯ ПАНДЕМИИ,  
МИРОВОЙ ОПЫТ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ В КАЗАХСТАНЕ**

*T.A. AIDAROV, A.D. UMBITALIEV, S. KUASHBAY,  
I.E. KOZHAMKULOVA, Z.M. TURSINKULOVA*

*Т.А. АЙДАРОВ, А.Д. УМБИТАЛИЕВ, С. КУАШБАЙ,  
И.Е. КОЖАМКУЛОВА, З.М. ТУРСЫНКУЛОВА*

**(M. Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,  
Shymkent University, Republic of Kazakhstan)**

**(Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан,  
Шымкентский университет, Республика Казахстан)**

E-mail: tofik-750908@mail.ru ; a.umbitaliyev@mail.ru, sbaeu@mail.ru;  
a.umbitaliyev@mail.ru, sbaeu@mail.ru

*At the present stage of development of the country's economy, within the framework of the global Covid-19 pandemic, the problem of developing and implementing a long-term strategy for the sustainable development of industrial sectors processing industries, one of which is the textile industry, becomes extremely urgent. Light industry plays a special role in the life of the country. The stable operation of textile, clothing, shoe enterprises and factories largely determines the saturation of our domestic market with high-quality products, goods that are not just used daily, but are literally vital, including, as it is now becoming clear in the course of recent weeks and months, necessary to ensure the safety of citizens. To date, all development programs need to be adjusted for possible crises. The presented article is devoted to the assessment of the impact of coronavirus infection on the textile industry in Kazakhstan and abroad. The article considers the main problems and prospects for the development of the textile industry in the context of the coronavirus pandemic. The key features of the functioning of the textile industry in the current crisis conditions are determined; the analysis of the world experience of the development of the textile industry in crisis conditions is carried out; the problems of textile enterprises both in Kazakhstan and abroad based on this analysis are formulated. The most promising areas of production, as well as the opportunities and conditions for the development of the industry in the post-pandemic period are determined.*

*Развитие экономики страны, в условиях всемирной пандемии Covid-19 напрямую зависят от разработки и реализации долговременной стратегии устойчивого развития промышленных отраслей, в основном перерабатывающих, к одной из которых относится текстильная промышленность. От стабильной работы текстильных, швейных, обувных предприятий и фабрик во многом зависит насыщение нашего внутреннего рынка качественной продукцией, товарами, которые не просто используются ежедневно, но и в прямом смысле являются жизненно необходимыми, в том числе, как сейчас*

*выясняется в ходе последних недель и месяцев, необходимыми и для обеспечения безопасности граждан. На сегодняшний день все программы развития требуют скорректировать с поправкой на возможные кризисы. Представленная статья посвящена оценке влияния коронавирусной инфекции на текстильную промышленность в Казахстане и за рубежом. В статье рассмотрены основные проблемы и перспективы развития текстильной промышленности в условиях пандемии коронавируса. Определены ключевые особенности функционирования текстильной отрасли в сложившихся кризисных условиях; проведен анализ мирового опыта развития текстильной промышленности в кризисных условиях. На основе данного анализа сформулированы проблемы текстильных предприятий как в Казахстане, так и за рубежом. Определены наиболее перспективные направления производства, а также возможности и условия развития отрасли в пост-пандемический период.*

**Keywords:** textile industry, pandemic, economic efficiency, complex organization, problems, prospects of development.

**Ключевые слова:** текстильная промышленность, пандемия, экономическая эффективность, комплексная организация, проблемы, перспективы развития.

*Introduction.* In the international division of labor, light industry is usually concentrated in countries with cheap labor, since the main item of production costs is the cost of labor. The second important factor is the level of logistics costs. Over the past 50 years, the list of the largest exporters of textiles and clothing has expanded several times: first, in addition to developed exporting countries, China and Turkey appeared in it, then Vietnam, and in the last 10 years – Bangladesh and Cambodia. These countries are not only very poor (for example, in 2020, the per capita GDP of the Republic of Kazakhstan was five times higher than in Bangladesh), but also have direct access to the World Ocean, which allows you to significantly save on logistics.

One of the global problems of the world over the past year is the development and spread of coronavirus infection. Colossal losses due to the spread of Covid-19 are borne not only by humanity, but also by business. Already, the pandemic has had a serious impact on the global economy and is forcing entrepreneurs to bear losses [1]. Due to the quarantine, many companies were forced to temporarily close, there was a reduction in aggregate demand and the share of unemployed increased, and someone completely lost business. There

is no such company and field of activity left in the whole world that would not be affected to some extent by the problem of the spread of the coronavirus [2]. The classical manufacturing companies had the worst of it, among which there were practically no those who were able to extract positive moments for business in the conditions of the coronavirus pandemic.

*Research methods.* In the process of research, in the development of organizational and economic, methodological materials and provisions of scientific research, general scientific methods and principles of cognition, traditional methods of economic analysis were used: logical and system-structural analysis and synthesis, classification and typology.

*Results and discussion.* The textile, clothing and knitting industries are strategically important for the country's economy. These industries account for 12% of the total industrial production and 15% of the manufacturing industry, providing employment for 365 thousand people [3]. The volume of exports of these industries last year amounted to \$ 1.6 billion, having almost doubled over the past 3 years. Given that our country is one of the largest cotton producers in the world, there is a huge untapped potential for the further development of these industries, increasing exports

and providing employment for more than 3 million people. Meanwhile, this industry sector is currently facing a number of difficulties, both of a systemic nature and caused by the coronavirus pandemic. Taking into account the importance and potential of the textile and clothing and knitting industries for the development of the economy, active measures are being taken in the country to address them. The coronavirus pandemic has been affecting the global economy for a long period of time [4]. As a result of the forced measures introduced by the countries of the world to counter the spread of the pandemic, international trade is reduced, supply chains are disrupted, production stops.

The negative consequences affected both the global textile and clothing markets, and cotton prices fell. The International Association of Textile Manufacturers (ITMF) conducted three surveys among textile manufacturers around the world from March 13 to April 28. According to the first survey (13-25 March), it was revealed that current orders decreased by 8%. The drop in orders ranged from 4% in South America to 13.3% in Africa [5]. During this survey, respondents identified the following problems as problems: ensuring the safety and health of workers, stopping supply chains, especially from China, the absence and delay of supplies in the clothing industry, concerns about a decrease in demand for manufactured products.

According to the second survey (28 March - 6 April) among 700 textile companies, there is a cancellation or postponement of orders around the world, the volume of which has decreased by 31% on average worldwide. The level of decline in the regions of the world ranges from 20% in East Asia to 41% in South America. During the third survey (from April 16 to 28) among 600 companies, estimates on the impact of the pandemic on manufacturers worsened. Overall, orders decreased by 41%. The largest decrease is observed in Africa and North America – by 48%.

At the same time, it is noted that new opportunities are opening up for textile companies that produce medical products. To mitigate the negative consequences, companies pay attention to optimizing the organization and sustainability of the production process,

digitalization, and reassess existing supply chains. The press release also notes that greater efficiency in mitigating negative consequences is achieved when sellers, leading brands discuss current problems with suppliers instead of canceling orders unilaterally. In the countries of South and South-East Asia, manufacturers cannot pay salaries to their employees, there are reductions in workers. In India, last month, exports of leather and leather products decreased by 36.8%, clothing – by 34.9%, carpets-by 34.7%. In general, the textile and clothing industry of India, which accounts for 7% of the country's industrial production, 2% of GDP, 15% of export earnings and 45 million employees, is expecting a fairly serious decline [6].

In the conditions of Covid-19, manufacturers of textiles, clothing and fashion brands react differently to the changing situation. There is a reorientation of production to the production of protective masks, overalls. In Europe, more than 500 companies have converted and invested in new equipment for the production of personal protective equipment (PPE). Companies are also refocusing on the production of sportswear, which is increasing demand among the population.

National associations of manufacturers of products of light industry and fashion industries are also actively asking the government for assistance, mainly to replenish working capital, pay salaries, reduce the cost of importing raw materials and prepare proposals for more targeted assistance, based on the specifics.

After the forced introduction of a package of restrictive measures in many countries and the shock suspension of production, governments are beginning to approach the imposed restrictions more specifically, gradually allowing them to return to production activities in compliance with quarantine measures.

According to the Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms (BNS ASPR), the volume of production in the textile industry of Kazakhstan by the end of 2020 amounted to 128 billion tenge, which is 0.5% of total industrial production and 0.2% of GDP. At the end of last year, there were just over 1,000 enterprises operating in

the industry, 43 - large and medium – sized, where 11.2 thousand people were employed (0.1% of all employed in the economy) [7]. The special economic zone "Ontutik" created in Shymkent, focusing on light industry. Investors were offered a ready-made infrastructure and exemption from a number of taxes (VAT on goods sold in the zone, CPN, land and property taxes, import customs duties – all at a rate of 0%) for the duration of the FEZ - until 2030. As of July 2021, the accumulated investments in the FEZ "Ontustik" amounted to 33 billion tenge, the volume of production – 82 billion, and exports – 45 billion. 20 projects of 17 companies are located in the zone and 2032 jobs have been created.

In period 2019-2020, there was a significant shift in the state support system. First, after the launch of the "Economy of Simple Things" program and changes in the rules of the DKB, under which the borrower could get a guarantee for 80% of the loan, thanks to which the access of SMEs to debt financing was expanded. Secondly, in the conditions of the pandemic, some enterprises were loaded with sewing personal protective equipment, access to state orders was simplified. It is noteworthy that out of 20 projects of the FEZ "Ontustik", 7 of them were launched in 2020. In January–December 2020, in the volume of production of light industry – textile production of the Republic of Kazakhstan occupied the main share - 55% or 71 billion tenge, which is 18 higher than the same period last year [8].

The growth in the textile production sector was due to an increase in the volume of cotton fiber by 18%, cotton fabrics by 59%, fabrics made of synthetic and artificial yarns by 85%. The main share in textile production are occupied by Shymkent (25% or 17.7 billion tenge) and Turkestan region (31% or 31 billion tenge). Traditionally, cotton cultivation is carried out in Turkestan region, as a result, the main cotton processing enterprises are concentrated in this region. In addition, among natural textile fibers, cotton fiber makes up the largest group by volume of production in the country. According to operational data, in 2020, the production of cotton fiber increased by 18% and amounted to 74,626 tons, domestic enterprises processed about 10 thousand tons. Ex-

ports for 11 months of 2020 amounted to 51,893 tons or 68.5 million US dollars. The main countries of supply of products are Latvia, Turkey and China. According to the information of domestic enterprises that process cotton fiber, it is planned to process about 14-15 thousand tons of cotton fiber in 2021 [9].

The state supports textile industry enterprises within the framework of systematic measures aimed at the manufacturing industry, such as promoting the export of products, stimulating labor productivity, promoting goods on the domestic market, implementing the Unified Business Support and Development Program "Business Roadmap 2020". Also, within the framework of the development of the "Economy of Simple Things", preferential lending is provided (no more than 6%).

Today there are 4 enterprises in the textile industry: TPK "Alliance" (formerly JSC "Utex", JSC "Melange"), LLP "AZALA Textile", LLP "AZALA Cotton", which can process cotton fiber. Of the 4 textile enterprises, one is located on the territory of the "Ontustik" FEZ ("AZALA Cotton" LLP), which enjoys a special tax regime, as well as a favorable tariff for utilities (water, electricity and etc.) [10].

Conclusion. In the coming years, the development of Kazakhstan's light industry will be influenced by the same factors as in the previous 10-15 years: the exchange rate of tenge against foreign currencies, access to finance, as well as the ability of companies to form strong brands, automate production and integrate into international value chains. If the first two factors are beyond the control of manufacturers, then brand creation, automation and the search for large customers are the exclusive responsibility of the business. Another Shymkent company, AGF Group, shows an example of how integration into international supply chains changes business prospects. The company, based in the FEZ "Ontustik", has been a supplier of bed linen for IKEA since 2016. According to the company, the export of the company's products under this contract is about 2 million products per year. AGF Group has carried out partial automation of the production line, and also passed certification in international laboratories, has implemented several stages of quality control and an ISO 9001 qual-

ity management system. Judging by the data on tax revenues, the company's export turnover has been steadily growing over the past five years and continues to grow in 2021. The company also focuses on export of its two brands of home textiles-Arua and Suave.

Today, there is no doubt about the importance of the development of the national textile industry and the great risks associated with dependence on imports. Despite the competition in all markets and in all industries, it is necessary to use the few advantages that we have. Firstly, the textile industry of Kazakhstan has a huge growth potential, which is determined by the capacity of the domestic market of light industry products. It consists of the consumer goods market (with an average annual expenditure of 350 thousand tenge per person and a population of 18.3 million people, the market capacity is 6.4 trillion tenge). At the same time, there is a huge market for products purchased with budget funds. Secondly, diversification, which there have been talking about so much in recent years, is becoming an inevitable reality. There is no alternative to the development of manufacturing industries for Kazakhstan. This also applies to the textile industry. Third, the textile industry generates a long-term and well-predicted demand for labor resources. In addition, from the point of view of increasing employment, its development gives an additional multiplier effect in a number of related industries. This is especially true for women's and youth employment. Fourth, there are conditions in Kazakhstan for the advanced development of the domestic raw material base based on the agricultural complex.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Pringleand Thompson M. Brand Spirit. John Wiley and Sons. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economics.studio> (дата обращения: 15.07.2015)
2. Schuller A.M. Kunden auf der Flucht? Wie Sie loyale Kunden gewinnen und halten. Zurich. – 2011.
3. Peppers D. Trast Stakes its Claim to Customer Value / D. Peppers // 1tol Magazine. – 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://1tol.com> (дата обращения: 04.05.2015)
4. Аймен А.Т., Аташева Д.О., Хажгалиева Д.М., Амирова Г., Сулейменова И. Опыт зарубежных стран в развитии легкой промышленности // Изв. вузов.

Технология текстильной промышленности. – 2020, № 2.

5. Яковенко Н.В. Текстильная промышленность депрессивного региона: социально-экономические тенденции (Ивановская область) // Вестник ВГУ, Серия: география, геоэкология. – 2016, № 1. С.44...50.
6. Легпром завтра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expert.ru/siberia/2016/03/legprom-zavtra/> (дата обращения: 04.02.2017)
7. COVID-19: новые вызовы для легпрома [Электронный ресурс] Государственный ресурс о качестве: для тех, кто стремится к совершенству. – Режим доступа: <https://kachestvo.pro/kachestvoupavlaniya/svoy-put/covid-19-novye-vyzovy-dlya-legproma/>.
8. Гафурова Н., Орынтасв Ж. Международное сотрудничество в борьбе с пандемией, вызванной коронавирусом Covid-19: зарубежный и национальный опыт // Reviewoflawsciences. – 2020, № 127-133.
9. Текстильпром в период пандемии: с заботой о здоровье. [Электронный ресурс] Портал производителей ивановского текстиля. – Режим доступа: <https://ivtextil.ru/about>
10. Бижанов А.Х., Исмагамбетов Т.Т. Формирование казахстанской идентичности как фактор обеспечения стабильности в Республике Казахстан // Аль-Фараби. – 2019, №1. С. 34...48.

#### REFERENCES

1. Pringleand Thompson M. Brand Spirit. John Wiley and Sons. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.economics.studio> (data obrashcheniya: 15.07.2015)
2. Schuller A.M. Kunden auf der Flucht? Wie Sie loyale Kunden gewinnen und halten. Zurich. – 2011.
3. Peppers D. Trast Stakes its Claim to Customer Value / D. Peppers // 1tol Magazine. – 2004. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://1tol.com> (data obrashcheniya: 04.05.2015)
4. Aymen A.T., Atasheva D.O., Khazhgalieva D.M., Amirova G., Suleymenova I. Opyt zarubezhnykh stran v razvitiy legkoy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 2.
5. Yakovenko N.V. Tekstil'naya promyshlennost' depressivnogo regiona: sotsial'no-ekonomicheskie tendentsii (Ivanovskaya oblast') // Vestnik VGU, Seriya: geografiya, geoekologiya. – 2016, № 1. S.44...50.
6. Legprom zavtra [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://expert.ru/siberia/2016/03/legprom-zavtra/> (data obrashcheniya: 04.02.2017)
7. COVID-19: novye vyzovy dlya legproma [Elektronnyy resurs] Gosudarstvennyy resurs o kachestve: dlya tekhn, kto stremitsya k sovershenstvu. – Rezhim dostupa: <https://kachestvo.pro/kachestvoupavlaniya/svoy-put/covid-19-novye-vyzovy-dlya-legproma/>.
8. Gafurova N., Oryntasv Zh. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo v bor'be s pandemiei, vyzvannoy koronavirusom Covid-19: zarubezhnyy i natsional'nyy opyt // Reviewoflawsciences. – 2020, № 127-133.

9. Tekstil'prom v period pandemii: s zabotoy o zdorov'e. [Elektronnyy resurs] Portal proizvoditeley ivanovskogo tekstilya. - Rezhim dostupa: <https://ivtextil.ru/about>

10. Bizhanov A.Kh., Ismagambetov T.T. Formirovanie kazakhstanskoy identichnosti kak faktor obespe-

cheniya stabil'nosti v Respublike Kazakhstan // Al'-Farabi. – 2019, №1. S. 34...48.

Поступила 12.11.21.

УДК 330.342; 334.7:677  
DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_38

## **БИЗНЕС-ЭКОСИСТЕМА КАК ФОРМА ВЕДЕНИЯ БИЗНЕСА: ВИДЫ, ПРИНЦИПЫ ПАРТНЕРСТВА И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

### **BUSINESS ECOSYSTEM AS A FORM OF DOING BUSINESS: TYPES, PRINCIPLES OF PARTNERSHIP AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT IN THE TEXTILE INDUSTRY**

*Н.С. ИВАЩЕНКО, Л.Е. ЗЕРНОВА, В.Ю. МИШАКОВ, О.С. ОЛЕНЕВА, А.А. ОРДЫНЕЦ*  
*N.S. IVASHCHENKO, L.E. ZERNOVA, V.YU. MISHAKOV, O.S. OLENEVA, A.A. ORDYNETS*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: [suncycle@mail.ru](mailto:suncycle@mail.ru)

*Бизнес-среда сегодня гетерогенна и изменчива, скорость изменений высокая, а обеспечить устойчивость существования бизнеса без надежных партнеров все сложнее. Для текстильной промышленности как отрасли, чья продукция востребована в различных секторах экономики и на различных типах рынков, будь то рынок b2b или b2c, решение проблемы поиска эффективных форм сотрудничества весьма востребовано. В связи с этим представление совокупности предприятий в качестве бизнес-экосистемы с присущими ей принципами жизнедеятельности и развития представляется наиболее актуальным. Исследования в данной области затрудняют нечеткость и непоследовательность в использовании понятия бизнес-экосистем применительно к существующим сегодня бизнес-моделям. В статье рассматриваются различные виды бизнес-экосистем и принципы сотрудничества компаний, входящих в их состав, сделана попытка представить и систематизировать многообразие бизнес-экосистем, которые сегодня существуют и развиваются. Подобные классификации должны помочь предпринимателям в выборе наиболее перспективной для них формы управления, учитывающей современные тенденции развития рынка и обеспечивающей рост эффективности деятельности.*

*The business environment today is heterogeneous and changeable, the speed of change is high, and it is increasingly difficult to ensure the sustainability of a business without reliable partners. For the textile industry as an industry whose products are in demand in various sectors of the economy and in various types of markets, whether b2b or b2c, solving the problem of finding effective forms of cooperation is*

*in high demand. In this regard, the representation of a set of enterprises as a business ecosystem with its inherent principles of life and development seems to be the most relevant. Research in this area is hampered by the vagueness and inconsistency in the use of the concept of business ecosystems in relation to business models that exist today. The article considers different types of business ecosystems and principles of cooperation between companies within them, and attempts to present and systematize all the diversity of business ecosystems that exist and develop today. Such classifications should help entrepreneurs in choosing the most promising form of management, which takes into account modern trends in market development and ensure the growth of efficiency.*

**Ключевые слова:** виды бизнес-экосистем, преимущества, принципы партнерства в бизнес-экосистемах, классификация, признаки.

**Keywords:** types of business ecosystems, benefits, principles of partnership in business ecosystems, classification, signs.

Низкая инновационная активность, техническое отставание, сокращение производства, низкий уровень ориентации на клиента и на рыночные тенденции, неспособность конкурировать и продвигать свою продукцию на зарубежных рынках – все это характеризует отечественную текстильную промышленность уже многие годы. Загруженность мощностей по основным видам тканей составляет от 20 до 50%, а использование среднегодовой производственной мощности 69,1% [1].

Как видно из приведенных данных, проблем в текстильной отрасли много и одна из них – необходимость трансформации системы управления, поиска новых форм, механизмов и инструментов развития. Такой формой может являться бизнес-экосистема, представляющая собой сообщество людей и организаций, имеющих общую "среду обитания" (если использовать биологические аналогии), внутри которой происходит обмен информацией и ресурсами, что приводит к видоизменению и преобразованию бизнес-моделей отдельных организаций и их сообществ. Сетевая форма организации и кластеризация, виртуальное взаимодействие и партнерские взаимоотношения, кооперация и коэволюция – все это регалии настоящего времени, которые породили теорию бизнес-экосистем, о которой речь шла давно, но активно она стала обсуждаться в конце XX – начале XXI века.

Развитие бизнес-экосистем в России, в том числе и в текстильной промышленности, отождествляют в основном с инновационными кластерами, имеющими свою специализацию и территориальную локализацию [2], [3] и с цифровыми платформами.

Отличим бизнес-экосистем от вертикально-интегрированных объединений, иерархических цепей поставок и т.д. является, прежде всего, соблюдение тех принципов, на которых в них выстраиваются партнерские отношения. К числу таких принципов относятся: целостность (координация деятельности на основе определенных стандартов) и взаимозависимость, комплементарность (взаимодополняющие товары и услуги) и взаимовыгодность (несоблюдение интересов друг друга ведет к распаду системы), транспарентность (обеспечивает рост доверия между партнерами), динамичность развития и адаптивность, коэволюция, самоорганизация и самообучаемость, гетерогенность (многообразие форм партнеров и видов деятельности), дублирование отношений (устойчивость системы зависит от возможности замены партнера), а также корпоративная культура, декларирующая и поощряющая инновации [4].

Видов бизнес-экосистем в настоящее время приводится в литературе достаточно много и их число все время растет. Как фигурально это описал Г.Б. Клейнер: "Соци-

ально-экономический ландшафт" сегодня прорастает экосистемами, которые в ближайшей перспективе займут в нем центральное место" [5].

Первые упоминания о различных бизнес-экосистемах появились в конце XX – начале XXI веков, что связано с появлением в литературе таких понятий, как *промышленная, экономическая, социальная, предпринимательская* экосистемы [6].

Дж. Мур [7] (автор понятия "предпринимательской бизнес-экосистемы") предложил рассматривать организацию не в рамках отраслевой принадлежности, а в рамках ее среды обитания, сотрудничества, которое может выходить за рамки одной отрасли, и даже одного сектора экономики. Отсюда, в зависимости от масштаба охвата экономических субъектов, конвергенция в рамках бизнес-экосистемы может быть межсекторная, секторная – в рамках одного сегмента (сегментная) или нескольких сегментов (межсегментная) [8]. Другими словами, это могут быть и отраслевые, и межотраслевые системы. В случае, когда речь идет об отдельной взятой компании, говорят о *корпоративной бизнес-экосистеме*. *Корпоративные бизнес-экосистемы* упоминаются в литературе значительно реже и в основном в аспекте саморазвивающейся организации, представляемой в качестве живого организма, где в отличие от жесткой иерархии применяется распределенная (распыленная) структура и превалирует командный менеджмент, выстраиваются партнерские отношения, где каждый сотрудник развивается сам и передает свои знания другим членам коллектива и т.д.

В зависимости от охвата территорий рассматривают *локальные, региональные и межрегиональные бизнес-экосистемы*. В качестве примера региональных бизнес-экосистем часто приводят такую форму объединения, как кластеры, которые одни авторы называют прообразами бизнес-экосистем, другие – переходной формой, частным видом или отдельной частью бизнес-экосистемы.

В зависимости от типа управления различают *интегративные (с традиционным типом управления) и платформенные биз-*

*нес-экосистемы* [9], что связано с толкованием понятия экосистемы, как минимум, с двух наиболее распространенных разных точек зрения: экосистемы как сообщества участников ("популяции организаций") и экосистемы как платформы.

В интегративных (традиционных) бизнес-экосистемах экономические субъекты (поставщики, посредники, потребители и т.д.) организуются в сообщества в аспекте цепочки создания ценности с целью максимального удовлетворения потребностей клиентов. Рассмотрение их в качестве экосистемы предполагает партнерские отношения, инновационный характер деятельности, совместную эволюцию и т.д. Лидер данного процесса сознательно воспитывает сообщество партнеров (будь то организации или их сотрудники) в направлении непрерывного улучшения [7].

В основе *платформенных* бизнес-экосистем лежит предприятие, обеспечивающее взаимодействие участников посредством набора определенных активов и технологий, инфраструктуры, правил взаимодействия, объединяющих (связывающих) людей, организации и ресурсы. Наибольшее распространение сегодня получили *цифровые платформенные бизнес-экосистемы*, представляющие собой программные комплексы, обеспечивающие базовый набор сервисов, решающих определенные задачи, и объединяющихся в сети разного уровня.

В зависимости от целей создания различают транзакционные бизнес-экосистемы и бизнес-экосистемы решений [10], инновационные и венчурные бизнес-экосистемы.

Сегодня транзакционные экосистемы – это, как правило, цифровые многосторонние платформы, суть которых сводится к осуществлению людьми и организациями взаимных действия (транзакций), облегчению им тем самым поиска друг друга. *Экосистемы решений* – это создание комбинированного предложения для потребителя, удовлетворяющего потребности всех участников, состоящего из комплементарных продуктов и услуг, где саму комбинацию потребитель для себя создает сам, выбирая из предоставленного большого числа предложений разных компаний. *Инноваци-*



онные бизнес-экосистемы генерируют знания, создают и передают пользователю продукт, координируя усилия большого числа разработчиков, включая самих клиентов. Исследователи выделяют также формирование *венчурных экосистем*, назначение которых – поддержка предпринимательства на основе партнерства для успешной реализации проектов.

Акцентируя внимание на том, что сегодня клиенты не только потребляют продукты, но и активно участвуют в создании их стоимости, некоторые авторы [11] предлагают классифицировать бизнес-экосистемы в зависимости от роли в их деятельности клиентов (с интенсивным либо низким участием клиентов, ограниченным продвижением идей или участием в проектировании, поставках и продажах и т.д.).

Следует также различать бизнес-экосистемы по типу клиентской базы. Есть экосистемы, ориентированные исключительно на конечных пользователей, например, "Яндекс", или исключительно на корпоративных клиентов. А есть компании, активно работающие и с бизнес-клиентами, и с физическими лицами, например, "Сбер".

Способ возникновения экосистем определяет их следующую классификационную группу: органические и преднамеренно созданные бизнес-экосистемы. Органические – создаются непреднамеренно в процессе развития отраслевых рынков и формирования определенных рыночных тенденций. Преднамеренные, или сознательно созданные бизнес-экосистемы, появляются как результат плановой работы. Например, сегодня в России поставлена задача создания цифровой экосистемы в сфере жилищного строительства.

По характеру связей возможно существование простых и сложных (перекрещивающихся) экосистем, так как крупные организации могут "вращаться" сразу в нескольких "орбитах".

## ВЫВОДЫ

1. В соответствии с отечественными и зарубежными публикациями можно выделить несколько подходов к рассмотрению

сути бизнес-экосистемы, а в соответствии с этим и к компании, как ее участнику: компания сама как бизнес-экосистема, компания как участник бизнес-экосистемы, компания как лидер бизнес-экосистемы, платформа, аккумулирующая вокруг себя другие компании.

2. Различные цели, способы формирования, структуры управления и т.д., определяющие многообразие видов экосистем, позволяют предложить их классификацию по ряду признаков.

3. Наиболее распространенными сегодня являются инновационные и цифровые бизнес-экосистемы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Российский Статистический Ежегодник 2020/ Russian Statistical Yearbook 2020. URL: [https://gks.ru/bgd/regl/b20\\_13/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b20_13/Main.htm)
2. Колесникова О.С., Молчанов И.Н., Симонов С.Ю. Инновационно-производственная экосистема как механизм развития предприятий текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 25...29.
3. Бушуева М.А., Масюк Н.Н., Брагина З.В. и др. Представление бизнес-модели текстильного кластера как инновационной сетевой экосистемы // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 10...17.
4. Ivashchenko N., Isaeva L. Basic principles of partnership as the factor of sustainable development in the context of business ecosystems // E3S Web of Conferences. Volume 291 (2021) IV International Scientific and Practical Conference "Sustainable Development and Green Growth on the Innovation Management Platform" (SDGG 2021). – 2021, Kaliningrad, Russia, May 27-28.
5. Клейнер Г.Б. Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы // Системный анализ в экономике / Под общ. ред. Г.Б. Клейнера, С.Е. Щепетовой. – М.: Прометей, 2018. С. 5...14.
6. Иващенко Н.С. К вопросу об истории развития бизнес-экосистем / Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020). – Часть 3. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2020. С.107...111.
7. Moore J.F. Predators and Prey. A New Ecology of Competition. //Harvard Business Review. May-June 1993; The Death of Competition: Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems. – 1996, Harper Business, New York.
8. Халин В.Г., Чернова В.Г., Калайда С.А. Экономические экосистемы и их классификация // Управленческое консультирование. – 2021, № 2. С. 38...54.
9. Visnjic I., Neely A., Cennamo C., Visnjic N. Gover-

ning the City: Unleashing Value from the Business Ecosystem//California Management Review. – 2016, 59 (1). P.109...140.

10. Choudary S.P., Alstynе M., Parker G. Platform Revolution. How Networked Markets Are Transforming the Economy-And How to Make Them Work for You: Trans. with eng. – M.: Mann, Ivanov and Ferber, 2017. P. 304.

11. Joo Jaehun, Marakhimov Azizbek. Customer participation in business ecosystems: an integrated approach of system dynamics and fuzzy sets // International Journal of Business and Systems Research. – 12(3):290, January 2018.

#### REFERENCES

1. Rossiyskiy Statisticheskiy Ezhegodnik 2020/Russian Statistical Yearbook 2020. URL: [https://gks.ru/bgd/regl/b20\\_13/Main.htm](https://gks.ru/bgd/regl/b20_13/Main.htm)

2. Kolesnikova O.S., Molchanov I.N., Simonov S.Yu. Innovatsionno-proizvodstvennaya ekosistema kak mekhanizm razvitiya predpriyatiy tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 4. S. 25...29.

3. Bushueva M.A., Masyuk N.N., Bragina Z.V. i dr. Predstavlenie biznes-modeli tekstil'nogo klastera kak innovatsionnoy setevoy ekosistemy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 1. S. 10...17.

4. Ivashchenko N., Isaeva L. Basic principles of partnership as the factor of sustainable development in the context of business ecosystems // E3S Web of Conferences. Volume 291 (2021) IV International Scientific and Practical Conference “Sustainable Development and Green Growth on the Innovation Management Platform” (SDGG 2021). – 2021, Kaliningrad, Russia, May 27-28.

5. Kleyner G.B. Sotsial'no-ekonomicheskie ekosistemy v svete sistemnoy paradigmy // Sistemnyy analiz v ekonomike / Pod obshch. red. G.B. Kleynera, S.E. Shchepetovoy. – M.: Prometey, 2018. S. 5...14.

6. Ivashchenko N.S. K voprosu ob istorii razvitiya biznes-ekosistem / Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVA-TsII-2020). – Chast' 3. – M.: RGU imeni A.N. Kosygina, 2020. S.107...111.

7. Moore J.F. Predators and Prey. A New Ecology of Competition. //Harvard Business Review. May-June 1993; The Death of Competition: Leadership & Strategy in the Age of Business Ecosystems. – 1996, Harper Business, New York.

8. Khalin V.G., Chernova V.G., Kalayda S.A. Ekonomicheskie ekosistemy i ikh klassifikatsiya // Up-ravlencheskoe konsul'tirovanie. – 2021, № 2. S.38...54.

9. Visnjic I., Neely A., Cennamo C., Visnjic N. Governing the City: Unleashing Value from the Business Ecosystem//California Management Review. – 2016, 59 (1). P.109...140.

10. Choudary S.P., Alstynе M., Parker G. Platform Revolution. How Networked Markets Are Transforming the Economy-And How to Make Them Work for You: Trans. with eng. – M.: Mann, Ivanov and Ferber, 2017. P. 304.

11. Joo Jaehun, Marakhimov Azizbek. Customer participation in business ecosystems: an integrated approach of system dynamics and fuzzy sets // International Journal of Business and Systems Research. – 12(3):290, January 2018.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 15.11.21.

УДК 331.101

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_42

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВЫМИ РИСКАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

### CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR HR RISK MANAGEMENT IN THE IMPLEMENTATION OF STRATEGIC PLANNING FUNCTIONS

*О.Н. НЕВМЕРЖИЦКАЯ, Т.Ф. МОРОЗОВА*

*O.N. NEVMERZHITSKAYA, T.F. MOROZOVA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: [nevmerzhitskaya-on@rguk.ru](mailto:nevmerzhitskaya-on@rguk.ru); [morozova-tf@rguk.ru](mailto:morozova-tf@rguk.ru)

*В кадровой сфере представителями менеджмента выбираются ориентиры и показатели, характеризующие угрозы на стратегическом и оперативном уровнях управления в оптимальной для принятия решения степени.*

*В статье рассмотрены особенности управления кадровыми рисками при реализации функций стратегического планирования в управлении персоналом. Определена взаимосвязь между отдельными аспектами управленческой деятельности и кадровыми рисками в процедурах стратегического планирования. Показано, что проблематика измерения кадровой информации в управлении персоналом связана с измерением трудовых возможностей работников. Обосновано положение, по которому согласование решений при устранении угроз в кадровой сфере требует выработки оценочных шкал с учетом особенностей регулирования трудовых возможностей работников.*

*In the human resources sphere, management representatives select benchmarks and indicators that characterize threats at the strategic and operational levels of management in an optimal degree for decision-making. The article discusses the features of personnel risk management when implementing the functions of strategic planning in personnel management. The relationship between certain aspects of management activities and personnel risks in the procedures of strategic planning has been determined. It is shown that the problem of measuring personnel information in personnel management is associated with measuring the labor capabilities of employees. The article substantiates the provision according to which the coordination of decisions in the elimination of threats in the personnel sphere requires the development of rating scales, taking into account the peculiarities of regulating the labor opportunities of employees.*

**Ключевые слова:** кадры, персонал, управление кадрами, риски управления кадрами, стратегическое планирование.

**Keywords:** personnel, personnel, personnel management, personnel management risks, strategic planning.

#### *Введение*

В системе стратегического управления существуют определенные взаимосвязи, затрудняющие оценку неявной информации, присущей кадровым решениям. При принятии решений возникает необходимость измерения информационных массивов, используемых и ситуациях, в которых требуется выделять стратегическую направленность в планировании результатов. Проблематика управления кадрами разграничивается длительностью принятия решений в краткосрочной и долгосрочной перспективах. На начальном этапе деятельность по подготовке к реализации функций стратегического планирования очерчивается существующим планом. Для настоящего времени особые затруднения вызывает то, что в человеческом сообществе меняются трудовые отношения. Существует достаточное количество исследований, в которых затрагивается проблематика управления кад-

рами в условиях перехода к новому технологическому укладу, развития цифровой экономики и формирования новых товарных рынков.

Деятельность по устранению угроз в кадровой сфере требует значительных ресурсных затрат, что подразумевает наличие четкого структурирования направлений деятельности с представлением показателей оценки. Исследования Голышевой Е.Е. и Степановой С.М. в управлении кадрами определяются целесообразностью решения задач по выделению усилий представителей кадрового менеджмента. Отсюда возникает потребность в реализации измерительного подхода в задачах обработки кадровой информации, включающего процедуры по решению промежуточных задач получения данных и их адекватного представления [1]. Этот подход впервые получил широкую огласку в Вестнике Саратовского государственного социально-эконо-

мического университета. Статья "Ресурсный анализ экономической безопасности региона: трудовая составляющая" позволяет оценивать все существующие кадровые риски при реализации функций стратегического планирования.

*Материалы и методы*

Федеральной службой государственной статистики осуществляется сбор информа-

ции по занятому население в возрасте 15...72 лет по полу и группам занятий на основной работе (в соответствии с ОКЗ ОК 010–2014). В табл. 1 представлены данные по численности рабочих пищевой, деревообрабатывающей, текстильной и швейной промышленности, а также по рабочим родственным занятиям в 2017-2020 гг. (тыс. чел.)<sup>1</sup>.

Т а б л и ц а 1

2017			2018			2019			2020		
В том		числе	В том		числе	В том		числе	В том		числе
Всего	Мужчины	Женщины	Всего	Мужчины	Женщины	Всего	Мужчины	Женщины	Всего	Мужчины	Женщины
1781	770	1011	1789	719	1070	1962	865	1098	1098	1891	866

Данные показывают, что в период с 2017 по 2019 гг. численность занятых мужчин и женщин в промышленности возрас- тала, но в 2020 г. численность занятых жен- щин снизилась. Естественным образом это связано с фактом пандемии. Но также надо иметь в виду, что для текстильной и швей- ной промышленности, где процент женщин достаточно высок, данный факт крайне зна- чим. По данным Минпромторга женщины составляют более 40 % работников про- мышленности РФ<sup>2</sup>. Более детально угрозы, связанные с соотношением женщин и муж- чин, следует рассматривать по отраслям промышленности. Развитие отраслевого производства требует совместного форми- рования и использования трудового потен- циала региона и межотраслевого перерас- пределения рабочей силы взаимосвязанных отраслей в рамках оптимизации структуры занятости. При этом явно напрашивается вывод, в соответствии с которым при ана- лизе пропорций между женщинами и муж- чинами следует учитывать сроки в плани- ровании и специфику трудовой деятельно- сти в стратегической перспективе.

Следует отметить, что проблематика ре- гулирования человеческих ресурсов в це- лом является крайне болезненной. Осо- бенно ярко она проявляется в текстильной промышленности, для которой характерна

концентрация работников на одной терри- тории. Известным является пример Иванов- ской области, где предприятия занимаются выпуском текстиля десятки лет. Там, где человек живет, естественным образом он стремится и работать. Но чтобы работать, как минимум, нужно получить соответст- вующее образование, и желательно не очень далеко от дома. Именно поэтому в Иванов- ской области получила развитие образова- тельная система, включающая вузы и кол- леджи разного профиля. В то же время спе- циалистов не хватает в таких отраслях, как машиностроение и легкая промышлен- ность. Объясняется это тем, что в области более десяти лет назад было прекращено обучение специалистов по ткацким профес- сиям. На смену им пришли швеи (опера- торы), умеющие работать на швейном обо- рудовании. Появляются инновационные производства, например, производство но- вых типов трикотажа. Таким образом, воз- никает проблема поиска и подготовки ра- ботников, способных быстро осваивать но- вую технику, и не просто осваивать, а де- лать это без отрыва от производства. На ав- густ 2021 г. в компании "Миртекс" были от- крыты вакансии вязальщиц, операторов различного швейного оборудования, работ- ников химического производства, а также различных иных специальностей<sup>3</sup>. Причем

<sup>1</sup> Федеральная служба государственной статистики. – Доступ: <https://rosstat.gov.ru/search?q=Занятое+население>.

<sup>2</sup> Сколько женщин в промышленной сфере России. – Доступ: <https://tass.ru/obschestvo/10845147>.

<sup>3</sup> Вакансии компании «Миртекс». – Доступ: <https://www.mirtex.ru/vakansii/>.

компания не указывала, что требуется иметь какие-либо специальные профессионально-квалификационные навыки, образование и опыт работы. Таким образом, существует настоятельная потребность в поиске средств и возможностей для подготовки (переподготовки) работников, задействованных в широком спектре рабочих специ-

альностей в текстильной промышленности.

В табл. 2 представлена динамика численности принятых работников на начало года в текстильной промышленности по некоторым направлениям производственной деятельности в период с 2018 г. по 2020 г. <sup>4</sup>

Т а б л и ц а 2

Направление производственной деятельности	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Производство текстильных изделий	13794	14279	13297
Производство одежды	13234	14834	13344
Производство кожи и изделий из кожи	7715	7768	6419

Данные табл. 2 показывают, что присутствует выраженная тенденция снижения численности занятых работников в 2020 г., что в значительной степени связано с фактором пандемии. Причины такого явления следует рассматривать во взаимосвязи со спецификой конкретных форм производственной деятельности. Таким образом, в кризисных ситуациях в трудовой сфере присутствует необходимость в реализации функции планирования, обеспечивающей возможность прогнозирования и определения политики в области кадрового управления. Такое управление включает необходимость выработки совокупности правил и норм, определяющих содержание работы с персоналом и реализацию кадровых решений. Чтобы избежать потери ценного трудового потенциала, требуется выработать соответствующих запросам рынка труда инструментария, включающего подходы и механизмы кадрового управления.

Средства, касающиеся поиска вакансий, формируются в направлении виртуального рынка труда, часто с применением дистанционной занятости [2]. В работе Одегова Ю.Г. и Павловой В.В. подробно исследованы тренды изменения занятости. Рассмотрено влияние цифровой экономики на уровень жизни населения регионов России. В монографии под редакцией И.Ф. Симоновой "Человек. Образование. Труд" разрабо-

тана модель использования массивов информации, принимаемая за основу управленческих решений в системах регулирования кадровых информационных потоков. Получение данных о такой информации с выделением стратегических перспектив в управлении кадрами затруднено без наличия понимания взаимосвязей в социально-общественной системе подготовки профессиональных работников. В ряде работ в области теории трудового потенциала [3], [4] предоставляется возможность выстраивать целостный образ трудовых возможностей человека в системе стратегического планирования производственной деятельности.

Рассматривая проблемы конкретизации и выделения угроз и опасностей, следует отметить, что в управлении персоналом любое действие влечет за собой кадровый риск, обусловленный возможностью не реализации принятого решения. Само упоминание риска уже свидетельствует о том, что в кадровой сфере присутствует та или иная опасность, например, получение работником не соответствующей уровню его подготовки должности. Существуют разнообразные определения риска, в связи с чем многими авторами при представлении проблем выделения текущих угроз в обязательном порядке приводятся его формулировки. Определения рисков присутствуют в [5], где акцент делается на внешних, с точки зрения организации, источниках угроз.

<sup>4</sup> Витрина статистических данных. - Доступ: <https://showdata.gks.ru/report/274390/>

Кадровые риски являются неотъемлемой частью трудовой сферы, и поэтому теоретико-методологические основы управления трудовыми рисками могут быть заложены в основу принятия управленческих решений, затрагивающих специфику проявления угроз в кадровой сфере. Трудовой риск рассматривается в ряде работ, имеющих фундаментальный характер [6]. Приводится мнение, по которому риск является вероятностной категорией и в полной мере соответствует пониманию события, представляющим угрозу. В [7] приводится определение, по которому трудовой риск представляет собой вероятность наступления события, взаимосвязанного с процессом труда и несущего неблагоприятные последствия. Данное понимание в полной мере отражает сущность понятия "трудовой риск" и удобно для практических целей. В [8] трудовой риск определяется как "субъективно-объективная категория" и дается ее описание.

Достаточно подробно прослеживаются ситуации, когда угрозы, проявляемые в одних сферах, провоцируют появление рисков в других. В ряде работ приводится подробный разбор терминологии, относящейся к рискам [9]. Интерес здесь представляет последовательность представления определений риска в интегрированных системах управления. Под таким риском понимается "потенциальная возможность (вероятность) использования уязвимостей процесса/системы или группы процессов/систем конкретной угрозой для причинения ущерба организации или не достижения поставленных целей организацией". Во всех приводимых формулировках риск определяется как сочетание вероятности причинения ущерба и тяжести этого ущерба.

Профессиональная готовность представителей менеджмента к выполнению хозяйственных проектов может быть определена различными методами, среди которых широко распространены экспертные. В социальных системах существует многообразие информации, обусловленное особенностями современных измерительных систем. В процессе использования методов измере-

ния информационных потоков при регулировании кадровых процессов реализуется неявная методика измерений. Процессы в кадровой сфере обычно оптимизируются в целях достижения требуемого качества получаемых результатов измерений на основе и с учетом специфики условий измерений и влияния внешней среды, наполненной угрозами и рисками. Специфической особенностью кадровой информации является отсутствие возможности ее метрологического обоснования, отображающего качество измерений. Связано это, в первую очередь, с тем, что кадровые решения в основной своей массе основываются на опыте и знаниях лиц, принимающих решения. Среди кадровой информации важность представляют экспериментальные данные, с которыми обычно и возникают наибольшие проблемы. Опыт в кадровом управлении приобретает на основе принимаемых решений, не всегда правильных, что особенно справедливо для управления персоналом. Поэтому требуется выработать соответствующие информационные технологии, дающие возможность получить представление о качестве кадровой информации, закладываемой в основу долгосрочного планирования. Для выработки определенных ориентиров в кадровой сфере выбираются показатели, характеризующие стратегический и оперативный уровни в максимальной степени. По ним определяются глубокие аналитические взаимосвязи в управлении кадрами с представлением реальных статистических данных.

В теории кадровых рисков затруднения вызывает обращение к абсолютным показателям. Отбор и классификация таких показателей требуют периодического пересмотра и систематизации в силу того, что риски в кадровой сфере характеризуют разнообразные направления деятельности. Поэтому для сопоставления рисков и угроз в процессе управления персоналом удобно использовать относительные показатели, при расчете которых знаменатель характеризует одну специфическую, но общую для всего кадрового состава особенность (например, среднее число конфликтов). С учетом такой особенности в управлении

кадрами следует выделять индикаторы риска, выступающие в качестве средства сопоставления опасных ситуаций и принятия кадровых решений. Такие индикаторы будут являться ориентирами в управлении и выступать в качестве основы для принятия кадровых решений.

Информационная технология обычно представляется в виде совокупности методов регулирования процессов и способов обработки разнообразных типов данных. В управлении кадрами можно выделить определенную ее часть, связанную с необходимостью создания измерительных информационных технологий. Под измерительной информационной технологией в управлении персоналом будем понимать совокупность методов и процессов в определенной отрасли экономической деятельности человека, дающей возможность измерять кадровые процессы. В регулировании таких процессов проявляется потребность в выработке концепции подходов к созданию шкал измерений, отображающих информационные, технологические и технические средства и факторы, обуславливающие специфику кадровых измерений. Значит, возникает проблема определения конкретных кадровых ситуаций, отвечающих метрологическим требованиям в рамках технологических ограничений в процессе управления конкретными кадровыми коллективами. Возникают, соответственно, потребности определения процедур сбора, передачи, хранения и интерпретации измерительной информации, отображающей свойства кадровых систем.

При реализации функций стратегического управления возникают проблемы, касающиеся регулирования информационных потоков в трудовой сфере в нестандартных условиях. Планирование в деятельности субъектов хозяйствования определяется обычно в виде организованного процесса, оказывающего влияние на принятие стратегических решений в процедурах управления кадровыми рисками. В стратегической перспективе проявляются различные угрозы, а риски не отображаются выраженными характеристиками, что усложняет их представление. Затрудняется в том

числе оценка их влияния на систему в целом. Содержание стратегического планирования проявляется в сопоставлении собственного кадрового потенциала с возможностями и угрозами внешней среды. Подобное сопоставление возможно выполнять на основе маркетинговой информации, определяемой на основе принципа разумной целесообразности. Имеет значение также временная разбросанность угроз в сфере труда, определяемая обычно по скорости отдачи от принятия решений. Отсюда проблематика измерения кадровой информации при реализации функций стратегического планирования в управлении персоналом связана с требованием нивелирования не только сопутствующих, но и перспективных угроз.

Социально-экономические объекты, наподобие трудового потенциала, включают достаточное количество многообразных видов информационных потоков. В современных измерительных системах это приводит к тому, что принятие долгосрочных решений требует выработки технологий, дающих возможность оптимизировать измерительные процедуры. Такая оптимизация ориентирована на измерение с целью достижения требуемого качества результатов анализа с учетом специфики и свойств объектов измерений и особенностей внешней среды. Обычно выводы делаются на основе экспериментальной информации, получаемой непосредственно при оценке свойств объектов измерения и текущих угроз. При исследовании рисков такая информация получается в процессе преобразования результатов измерений на основе сопоставления критериев принятия решений. Принимая в виду необходимость осуществления стратегического планирования в кадровой сфере, управление рисками будет способствовать снижению вероятности проявления угроз в долгосрочной перспективе. Так как специфической особенностью кадровых рисков является их неопределенность, требуется иметь метрологическое обоснование оценки рисков, отражающее качество измерений.

Явной характеристикой управления кадрами является наличие границ между

стратегическим и оперативным управлением, характеризующихся высокой степенью неопределенности. Снижение такой неопределенности зависит от навыков и интуиции руководящего состава. В связи с этим требуется разграничивать нюансы и особенности стратегического и оперативного

управленческих аспектов. В табл. 3 представлена сравнительная характеристика стратегического и оперативного управления, определенная по критерию реализации функций планирования в управлении персоналом.

Т а б л и ц а 3

№	Стратегическое управление	№	Оперативное управление
1	Окружающая среда и адаптационные возможности кадрового состава	1	Экономическая эффективность и рентабельность хозяйственной деятельности
2	Выбор ответственных за реализацию стратегических действий	2	Обеспечение прибыльности и ликвидности
3	Сохранение устойчивости систем управления	3	Выработка руководств, касающихся планирования и разработки бюджета
4	Разработка альтернативных стратегий в управлении персоналом	4	Оперативное определение "узких" мест в сферах принятия решений, касающихся ближайших перспектив
5	Определение "узких точек" внешних и внутренних условий кадрового управления, составляющих основу стратегических планов	5	Определение совокупности технико-экономических показателей в соответствии с текущей обстановкой
6	Разработка и развитие методик определения "слабых" мест в управлении и принятие своевременных антикризисных мер	6	Сопоставление плановых (нормативных) и фактических показателей с целью выявления причин и последствий отклонений в краткосрочной перспективе
7	Определение основных подконтрольных показателей в соответствии с установленными стратегическими целями	7	Анализ влияния отклонений на выполнение текущих кадровых решений
8	Анализ экономической целесообразности принятия решений	8	Выделение мотивационных и демотивационных установок кадрового состава
9	Анализ влияния отклонений технико-экономических показателей на выполнение стратегических планов	9	Участие работников в установлении качественных и количественных целей производственно-хозяйственной деятельности

Требуемая величина управленческих усилий, необходимых для эффективной реализации проектов по устранению кадровых рисков, характеризуется совокупностью показателей, обычно классифицируются по их трудоемкости. Существуют также определенные косвенные показатели, оказывающие не прямое, но существенное влияние на принятие стратегических решений в кадровой сфере. К ним могут быть отнесены следующие показатели:

- объем произведенной (реализованной) продукции, тыс. руб.;
- состав однородной продукции по видам и сортам, тыс. руб.;
- состав однородной продукции, классифицированной по значимости (наиболее важные типы продукции в натуральном выражении), тыс. руб.;

- коэффициент использования производственной мощности (отношение годового объема плановой или фактической выработки продукции к ее среднегодовой мощности), доля.

В системах регулирования кадровых информационных потоков удобно использовать массивы информации, принимаемые за основу управленческих решений. Получение данных о такой информации с выделением стратегических перспектив в управлении кадрами затруднено без наличия понимания взаимосвязей в социально-общественной системе подготовки профессиональных работников. Далее представлен краткий перечень рисков, связанных с кадровой сферой, и типовых для предприятий текстильной и швейной промышленности.



1. Снижение качества труда вследствие общей неудовлетворенности потенциальных работников условиями и оплатой труда.

2. Сложность в получении образования вследствие сокращения профессиональных технических училищ.

3. Увеличение объема затрат на управление, вызванного недостаточностью для деятельности кадрового состава благоприятных условий трудовой деятельности.

4. Отсутствие благоприятных условий трудовой деятельности (медицинских страховок, санитарно-курортного обслуживания, и т.д.)

5. Снижение роста производительности труда или его отсутствие при наличии прироста заработной платы.

Тематика выработки шкал многоаспектна, так как для каждой специфической стороны социума требуется выстраивать свои особенные методики с учетом многообразия особенностей человеческой деятельности и приоритетов собственников [10], [11]. В академическом сообществе существует широкий спектр мнений относительно специфики измерения сложных объектов. Особенно это заметно на примере оценки разнообразных сторон социально-политической жизни общества [12]. Существует проблематика измерения трудового потенциала, тесно связанная с необходимостью получения объективного представления о процессе повышения качества профессиональных возможностей работников и сопутствующих трудовым рискам.

Для решения организационных задач, касающихся измерения трудового потенциала, в первую очередь требуется создавать визуальные шкалы измерения. Возможно

ввести измерительные шкалы, отражающие свойства исследуемых объектов, например, компонентов трудового потенциала. Шкалы должны в адекватной и понятной для управленческих работников форме отражать особенности измеряемых объектов, в нашем случае, потенциала работников. Формализация задачи распределения приоритетов представителей менеджмента может выполняться методами математического моделирования. Обязательным условием при этом является решение задачи поиска шкалы измерений соответствующих управленческих усилий, без чего невозможно получение объективных представлений о результатах. Включение в данную задачу различных факторов и их количественное представление способствует оптимизации управленческой деятельности.

Отметим, что регулирование системой управления кадровыми рисками направлено на снижение вероятности проявления угроз при выполнении долгосрочного кадрового планирования. За основу принятия решений при реализации функций стратегического планирования принята шкала, включающая интервальные, вероятностные и вербальные значения ранговой оценки риска. При использовании такой шкалы по мере повышения ранга риска большее значение приобретает вероятность его возникновения. Для кадрового управления удобно использовать следующую последовательность: "5" – признак проявляется сильно; "4" – проявляется частично; "3" – проявляется слабо; "2" – не проявляется.

В табл. 4 представлен пример используемой в исследовании шкалы оценки вероятности кадрового риска.

Т а б л и ц а 4

Вероятность проявления риска	Значение вероятности, используемое для практических расчетов	Вербальная формулировка вероятности	Ранговая оценка
1 % – 40 %	20%	Низкая	1
41 % – 75 %	55%	Средняя	2
75 % – 99 %	85%	Высокая	3

Принятие кадровых решений нередко базируется на эмпирических данных, соотношения которых отображают тенденции

изменения различных показателей. Корреляция между отдельными результатами кадровых решений зависит как от объема оце-

ниваемой совокупности, так и от размаха вариации объемов информационных массивов, специфичных для отраслей экономики. В связи этим при моделировании систем управления кадровыми рисками возникает проблема упорядочивания кадровой информации. Под упорядочиванием здесь понимается представление информации в системном виде, для чего требуется выработать соответствующую технологию. Такая технология подразумевает наличие определенного логического основания, которое будет являться критерием для принятия решений. В качестве такого основания удобно взять наиболее значимые компоненты трудового потенциала и соотнести их с кадровыми решениями. Возникают трудности по определению свойств компонентов, показатели которых являются критериями, согласующимися или не согласующимися с соответствующими рисками. Чтобы определиться с подобными свойствами, требуется выработать шкалы согласования особенностей рисков и показателей качества развития компонентов трудового потенциала.

## ВЫВОДЫ

Сравнительная характеристика стратегического и оперативного управления показывает, что существует достаточно широкая совокупность показателей, отображающих вероятность снижения рисков в управлении персоналом. С использованием системного подхода и в сочетании с идеологией смежных сфер деятельности, выступающей в виде концептуальной основы управления рисками, выполняются основные идентификационные процедуры по измерению кадровой информации. Для оценки готовности системы управления рисками к использованию удобно использовать балльные оценки степени проявления индикаторов угроз в управленческой деятельности. Можно создавать достаточно большое число мер измерения кадровой информации и оценки стратегических угроз, обладающих постулированными в теории рисков свойствами. Но нельзя гарантиро-

вать, что все они дадут одинаковую ранжировку качества информационных массивов и адекватную оценку сопутствующих процедурам управления угроз. Целесообразно выделять основные направления управленческой деятельности в регулировании кадровых рисков и оценивать вклад представителей промежуточных управленческих систем менеджмента в достижение целей субъектов хозяйствования при реализации долгосрочных целей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гольшиева Е.Е., Степанова С.М. Ресурсный анализ экономической безопасности региона: трудовая составляющая // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2019, № 3 (77). С. 86...90.
2. Одегов Ю.Г., Павлова В.В. Трансформация труда: 6-ой технологический уклад, цифровая экономика и тренды изменения занятости. Уровень жизни населения регионов России. – 2017, № 4. С.19...25.
3. Тяжов А.И. Индивидуальный трудовой потенциал и политико-экономическая концепция человеческих способностей. – Кострома: Изд-во КГПУ им. Н.А. Некрасова, 1999.
4. Тяжов А.И. Теоретические основы трудового потенциала и методология его исследования: Научные разраб. по теме НИР "Трудовой потенциал человека и общества". Костром. гос. пед. ун-т им. Н.А. Некрасова. – Кострома, 1996.
5. Дзедик В.А. Совершенствование систем менеджмента качества на основании интегрированного управления рисками // Экономика устойчивого развития. – 2017, № 4 (32). С. 239...244.
6. Радько С.Г. Трудовые риски – теоретический аспект // Сб. науч. ст. и воспоминаний "Памяти В.А. Фукина посвящается". – Ч. 3. – М.: МГУДТ, 2014. С.175...183.
7. Радько С.Г. К вопросу снижения риска управления трудовым потенциалом // Управление риском. – 2005, № 2. С. 51...55.
8. Санталова М.С., Абдалхуссейн Дх Ахсан. Трудовой риск как субъективно-объективная категория // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия "Экономика и экологический менеджмент". – 2014, № 1. С. 10.
9. Ивченко А.В., Сущенко Е.В. Определение термина "риск" в области интегрированных систем управления // Сб. науч. ст. Междунар. молодежной научн.-практ. конф.: Прогрессивные технологии и процессы: в 2-х томах. – 2014. С. 263...267.
10. Баженов С.В., Баженова Е.Ю., Абросимов Д.В. Измерение силы бренда: разработка адекватной шкалы для академического мира // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2020. Т. 10. № 10А. С.23...32. DOI: 10.34670/AR.2021.87.36.002.

11. Прокопчина С.В. Концептуальные основы шкал измерения свойств сложных объектов // Мягкие измерения и вычисления. – 2020. Т. 32, № 7. С.5...12.

12. Гулевич О.А., Кривошеков В.С., Шмыгалев С.А. Политический цинизм: русскоязычная шкала для измерения негативного отношения к политикам // Психологические исследования. – 2020. Т. 13, №73. С. 3.

#### REFERENCES

1. Golysheva E.E., Stepanova S.M. Resursnyy analiz ekonomicheskoy bezopasnosti regiona: trudovaya sostavlyayushchaya // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta. – 2019, № 3 (77). S. 86...90.

2. Odegov Yu.G., Pavlova V.V. Transformatsiya truda: 6-oy tekhnologicheskii uklad, tsifrovaya ekonomika i trendy izmeneniya zanyatosti. Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii. – 2017, № 4. S.19...25.

3. Tyazhov A.I. Individual'nyy trudovoy potentsial i politiko-ekonomicheskaya kontseptsiya chelovecheskikh sposobnostey. – Kostroma: Izd-vo KGPU im. N.A. Nekrasova, 1999.

4. Tyazhov A.I. Teoreticheskie osnovy trudovogo potentsiala i metodologiya ego issledovaniya: Nauchnye razrab. po teme NIR "Trudovoy potentsial cheloveka i obshchestva". Kostrom. gos. ped. un-t im. N.A. Nekrasova. – Kostroma, 1996.

5. Dzedik V.A. Sovershenstvovanie sistem menedzhmenta kachestva na osnovanii integrirovannogo upravleniya riskami // Ekonomika ustoychivogo razvitiya. – 2017, № 4 (32). S. 239...244.

6. Rad'ko S.G. Trudovye riski – teoreticheskiy aspekt // Sb. nauch. st. i vospominaniy "Pamyati V.A. Fukina posvyashchaetsya". – Ch. 3 – M.: MGUDT, 2014. S.175...183.

7. Rad'ko S.G. K voprosu snizheniya riska upravleniya trudovym potentsialom // Upravlenie riskom. – 2005, № 2. S. 51...55.

8. Santalova M.S., Abdalkhusseyin Dkh Akhsan. Trudovoy risk kak sub"ektivno-ob"ektivnaya kategoriya // Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya "Ekonomika i ekologicheskii menedzhment". – 2014, № 1. S. 10.

9. Ivchenko A.V., Sushchenko E.V. Opredelenie termina "risk" v oblasti integrirovannykh sistemakh upravleniya // Sb. nauch. st. Mezhdunar. molodezhnoy nauchn.-prakt. konf.: Progressivnye tekhnologii i protsessy: v 2-kh tomakh. – 2014. S. 263...267.

10. Bazhenov S.V., Bazhenova E.Yu., Abrosimov D.V. Izmerenie sily brenda: razrabotka adekvatnoy shkaly dlya akademicheskogo mira // Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra. – 2020. Т. 10. № 10А. S.23...32. DOI: 10.34670/AR.2021.87.36.002.

11. Prokopchina S.V. Kontseptual'nye osnovy shkal izmereniya svoystv slozhnykh ob"ektov // Myagkie izmereniya i vychisleniya. – 2020. Т. 32, № 7. S.5...12.

12. Gulevich O.A., Krivoshchekov V.S., Shmygalova S.A. Politicheskii tsinizm: russkozyachnaya shkala dlya izmereniya negativnogo otnosheniya k politikam // Psikhologicheskie issledovaniya. – 2020. Т. 13, №73. С. 3.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 16.11.21.

УДК 331.101

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_51

## РАЗВИТИЕ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА КАК ОСНОВА ПРИНЯТИЯ КАДРОВЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### DEVELOPMENT OF LABOR POTENTIAL AS A BASIS FOR PERSONNEL MAKING SOLUTIONS AT TEXTILE INDUSTRY ENTERPRISES

*С.Г. РАДЬКО, Е.А. ПРИШЛЯК, В.А. ПУРЫСКИНА*

*S.G. RADKO, E.A. PRISHLYAK, V.A. PURYSKINA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: radko-sg@rguk.ru

*В практике управления кадрами существует необходимость разработки методов оценки развития потенциала работников, дающих представление о результативности кадровых решений в обозримой перспективе. Особую значимость применение таких методов приобретает в отраслях, развитие*

которых в последнее время было затруднено в силу разных причин, в том числе связано с проблемами эффективной реализации трудового потенциала. К таким отраслям относится и текстильная промышленность. В статье рассмотрены актуальные аспекты развития трудового потенциала предприятий текстильной промышленности, показан порядок расчета интегрального показателя, характеризующего развитие трудового потенциала. Обоснован порядок расчета технико-экономических показателей трудового потенциала, отображающих основанную на личностных и психофизиологических характеристиках работников их способность реализовывать цели субъектов рыночного хозяйствования в неустойчивой конкурентной среде.

*In the practice of personnel management, it is necessary to develop methods for assessing the development of the employees potential, giving an idea of the personnel decisions effectiveness in the foreseeable future. The use of such methods is of particular importance in industries the development of which has recently been hindered due to various reasons, including problems related to the effective realization of labor potential. Such industries include the textile industry. The article considers the actual aspects of the textile industry enterprises labor potential development, which give a comprehensive idea of the results of using various approaches to the implementation of personnel management goals. The procedure for calculating the integral indicator characterizing the development of labor potential is shown. The procedure for calculating the technical and economic indicators of labor potential, reflecting the ability to realize the goals of market economic entities in an unstable competitive environment based on the personal and psychophysiological characteristics of employees, is justified.*

**Ключевые слова:** текстильная промышленность, интегральная оценка развития трудового потенциала, компоненты трудового потенциала, кадровые решения.

**Keywords:** textile industry, integrated assessment of the development of labor potential, components of labor potential, personnel solutions.

#### *Введение*

Субъекты хозяйственной деятельности, стремящиеся предоставить клиентам полный спектр продукции, по-разному представляют пути реализации цели достижения устойчивого функционирования в конкурентной рыночной среде. Реализация поставленных целей неотделима от максимально эффективного использования трудовых возможностей работников, вбирающих их знания, умения и профессиональные навыки. Для руководящего состава, стремящегося повысить качество и устойчивость трудового потенциала, актуальным является вопрос обоснования управленческих решений, для которых требуется иметь соответствующий инструментарий анализа профессиональных компетенций

отдельных представителей кадрового состава. До настоящего времени ведется деятельность, касающаяся разработки аналитических зависимостей между количественными и качественными характеристиками кадров и конечными целями предприятий.

Исследованиями проблем развития кадрового потенциала занимались отечественные и зарубежные ученые. Среди них можно отметить таких авторов, как Б.М. Генкин, В.А. Дятлов, А.Я. Кибанов, М.М. Критский, В.Г. Мартынов, Р. Дорнбуш, Дж. Иванцевич, А. Кемпински, Р.С. Фишер, Р. Шмалензи, Дж. Эренберг и других.

Целью исследования является определение проблем развития трудового потенциала предприятий текстильной промышлен-

ности, обоснование алгоритма расчета технико-экономических показателей трудового потенциала предприятий с учетом личностных и психофизиологических характеристик работников.

#### Методы исследования

При проведении исследования использованы методы количественного и качественного анализа, синтеза, динамического сравнения. Интерпретация полученных результатов основана на системном подходе к изучению процессов принятия кадровых решений в связи с развитием кадрового потенциала предприятий. Информационно-эмпирическую базу исследования составили материалы Федеральной службы государственной статистики, информационного портала "Легкая промышленность России", созданного в рамках Государственной программы "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности", а также аналитические материалы Инноваци-

онного центра текстильной и легкой промышленности.

#### Результаты и обсуждения

Развитие и сохранение наиболее ценного трудового потенциала предприятий текстильной промышленности в нестабильных условиях среды является для менеджмента главной задачей. Для идентификации степени конкурентоспособности кадрового состава и его адаптивности к изменениям внешней среды, в том числе при наступлении чрезвычайных ситуаций, как, например, пандемия, целесообразно применять инструментарий оценки имеющегося трудового потенциала и его развития [4]. Формирование представлений о трудовом потенциале и методов его анализа способствует выявлению более эффективных путей достижения целей предприятий, а также снижению негативных последствий и вероятности наступления сопутствующих рисков [7].

Т а б л и ц а 1

Показатели	2017	2018	2019
Средства на развитие легкой промышленности в рамках Государственной программы РФ "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности", млрд. руб.	7,98	11,84	15,38
Доля текстиля, текстильных изделий и обуви в общем объеме экспорта РФ, %	1,7	1,7	2,0
Доля текстиля и обуви в товарной структуре импорта РФ, %	6	6	5
Производство тканей, млрд. кв. м	23,9	29,78	35,69
Индексы цен производителей текстильных изделий (декабрь к декабрю прошлого года), %	100,6	106,8	100,0
Объем отгруженных товаров собственного производства, млрд. руб.	203	230	214
Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг), %	8,3	5,8	7,9
Среднегодовая численность работников, тыс. чел.	90	94,2	85,0
Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников, тыс. руб.	22,4	25,2	29,4
Принято работников, тыс. чел. (в % от списочной численности)	16,6 (31,4)	13,8 (28,2)	14,3 (30,4)
Выбыло работников, тыс. чел. (в % от списочной численности)	19,7 (37,5)	17,0 (34,9)	17,5 (37,3)

П р и м е ч а н и е. \*Таблица составлена на основе данных [12], [13], сайта Федеральной службы государственной статистики <https://rosstat.gov.ru>

Развитие трудового потенциала и кадровые процессы предприятий текстильной промышленности не всегда происходят в соответствии со стратегическими программами и планами отрасли. Эффективное кадровое обеспечение текстильной промышленности возможно только при реализации комплекса условий воспроизводства трудового потенциала. На предприятиях тек-

стильной промышленности на протяжении продолжительного времени наблюдалось сокращение трудового потенциала: численность сотрудников в 2019 г. уменьшилась на 9,8% по сравнению с предыдущим годом. Основные причины связаны с закрытием предприятий, очень низкой заработной платой и тяжелыми условиями труда (табл. 1 – некоторые показатели деятельнос-

ти текстильной промышленности в 2017 - 2019 гг.). Также детальный анализ динамических изменений занятости в текстильных производствах показывает, что происходят структурные перемены: уменьшается численность работников начальных этапов технологического цикла и увеличивается численность работников в отделке и выпуске готовых текстильных изделий (кроме одежды), а также в производстве нетканых текстильных материалов и изделий [11].

Парадигма современного развития экономики предполагает формирование интеллектуального потенциала государства, в связи с чем требуется учитывать появление компонентов в структуре трудового потенциала, включающих содержательные аспекты человеческого капитала [2], [9]. Эти факторы, а также инновационность развития реального сектора экономики необходимо учитывать и при разработке методов анализа трудового потенциала [5].

В модели формирования связей между работниками и организационным окружением работник выступает в качестве объекта управления с наличием определенных качеств, включающих знания, опыт, квалификацию, здоровье и иные компоненты. Исходя из этого, значимость трудового потенциала отдельных представителей кадрового состава определяется разнообразными компонентами, содержащими личностные и психофизиологические характеристики работников. Для принятия решений, затрагивающих вопросы выделения объективных закономерностей, присущих трудовому потенциалу, требуется формировать соответствующий инструментарий его анализа. Такой инструментарий должен включать подходы и методы, теоретически обоснованные и имеющие практическую направленность. Трудности появляются, когда предпринимаются попытки регулировать компоненты трудового потенциала, относящиеся к духовной составляющей потенциала работников, затрагивающих их нравственность и ценностные ориентации. В условиях реализации политики развития трудового потенциала при отсутствии формально принимаемых административных

решений представители кадрового состава мобилизуют свои трудовые возможности.

Управлять развитием потенциальных трудовых возможностей сложно без выделения личностных взаимосвязей в системе организационного взаимодействия работников на основе мониторинга персонала в механизме учета, анализа и контроля показателей трудовой деятельности [10]. С ними соотносятся технико-экономические показатели трудового потенциала, позволяющие получать объективную картину о возможностях кадрового регулирования. Обычно под исследование подпадают сотрудники различных иерархических уровней, в связи с чем возникает проблема идентификации информации, относящейся к развитию трудовых возможностей работников в зависимости от специфики кадрового состава. Для решения данной проблемы в теории и практике управления кадрами осуществляется непрерывный поиск средств и возможностей по формированию подходов к регулированию трудовых возможностей кадрового состава.

Цель развития трудового потенциала состоит в обеспечении руководящего состава достоверной (качественной) информацией, которая позволяет повышать результативность кадрового мониторинга с принятием сопутствующих управленческих решений. Логическая цепочка, представляющая взаимосвязи в развитии трудового потенциала, отображается в последовательности *показатели трудового потенциала → мониторинг персонала → развитие трудового потенциала*.

Процесс решения задач по управлению персоналом предполагает широкое использование разнообразных математических методов. Известный метод аналитической иерархии предоставляет достаточные для принятия качественных решений возможности для анализа трудовой сферы [3]. Также удобно использовать компетентностный подход, расширяющий возможности по применению интегральных показателей [1], [8]. Для формулирования кадровых решений обычно определяются группы компетенций, способствующие развитию

трудового потенциала. Эффективность компетентностного подхода подтверждена практикой применения в программах обучения персонала, стандартизации и организации труда, процедурах подбора персонала и развития систем мотивации работников.

Как критические (негативные), так и оптимальные значения технико-экономических показателей следует оценивать с учетом конкретных организационных условий деятельности субъектов рыночного хозяйствования.

$$I^{ТП} = I^З \cdot I^{ОБ} \cdot I^В \cdot I^{СР} \cdot I^П \cdot I^Д \cdot I^{ТВП} \cdot I^А \cdot I^{ДР} \cdot I^{УД} \cdot I^{КФ} \cdot I^О \cdot I^С \cdot I^{ДВР}, \quad (1)$$

где  $I^{ТП}$  – интегральный показатель, характеризующий развитие трудового потенциала;

Компоненты трудового потенциала: "здоровье" ( $I^З$ ), "образование" ( $I^{ОБ}$ ), "возраст" ( $I^В$ ), "стаж работы" ( $I^{СР}$ ), "профессионализм" ( $I^П$ ), "дисциплинированность" ( $I^Д$ ), "творческий потенциал" ( $I^{ТВП}$ ), "аккуратность" ( $I^А$ ), "доверие к руководителю" ( $I^{ДР}$ ), "удовлетворенность работой" ( $I^{УД}$ ), "конфликтность" ( $I^{КФ}$ ), "ответственность" ( $I^О$ ), "симпатии" ( $I^С$ ) и "доверие" ( $I^{ДВР}$ ).

Если поставить в расчетную формулу показатели, изменение значений которых коррелирует с реализацией целей предприятия, то собственно величина  $I^{ТП}$  даст представление о ценности трудового потенциала. Особенностью данного подхода является то, что на начальном этапе требуется выделять интервал шкал. Рассчитав максимальные и минимальные значения  $I^{ТП}$ , при промежуточных расчетах формируется объективное представление об относительной динамике компонентов.

При анализе трудового потенциала затруднение вызывает приведение компонентов к единому показателю. Таким показателем может являться относительное изменение компонентов. Для компонентов, вклю-

Такие показатели, как производительность труда и число конфликтных ситуаций, широко распространены и обычно не требуют дополнительных пояснений. Чем больше производительность (то есть увеличение значений показателей, характеризующих развитие трудового потенциала), и чем меньше число конфликтных ситуаций, тем лучше для любой организации. Это важно учитывать при расчете интегрального показателя, рассчитываемого по формуле:

ченных в анализ, удобно вырабатывать общую шкалу, в наглядной форме представляющую изменение показателей. Примем величину  $x_i > 0$  за значение показателя, относимого к одному компоненту при  $i = \overline{1, n}$ . Целью исследования трудовых возможностей персонала является выбор таких значений  $x_i$ , чтобы они находились в некоем диапазоне от 0 до 1. Данный диапазон обычно подбирается опытным путем и позволяет руководящему составу получать ясное представление об изменении компонента по значению  $I^{ТП}$ . В типовом варианте анализа изменение показателя  $I^{ТП}$  в направлении от 0 до 1 свидетельствует об улучшении состояния трудового потенциала.

Далее представлен пример расчета интегрального показателя  $I^{ТП}$ . С целью повышения наглядности и удобства использования в формулу расчета  $I^{ТП}$  введен поправочный коэффициент (1000), позволяющий получать результат в выбранном диапазоне измерения. Для исследования отобраны компоненты образование, стаж трудовой деятельности, стремление к труду, симпатии в коллективе, доверие к работодателю. Формула показателя развития компонентов трудового потенциала имеет вид:

$$I^{ТП} = I^{ОБ} \cdot I^{ТВП} \cdot I^О \cdot I^С \cdot I^{ДВР} \cdot 1000. \quad (2)$$

Интервал изменения технико-экономических показателей компонентов нормирован и определяется особенностями их расчета. Для примера по компонентам трудового потенциала, отображающим характе-

ристики персонала предприятия текстильной промышленности, предложена шкала следующего вида (табл. 2 – шкала развития компонентов).

Т а б л и ц а 2

№	Уровень	Образование	
		Характеристика изменения	Интервал изменения $x_i$
1	Очень слабый	9 классов	0,2...0,25
2	Слабый	11 классов	0,26...0,3
3	Начальный	Среднее	0,31...0,35
4	Хороший	Среднее специальное	0,36...0,38
5	Очень хороший	Бакалавриат	0,39...0,41
6	Высокий	Магистратура	0,42...0,45
7	Превосходный	Аспирантура	0,46...0,50

По выбранным компонентам отбираются данные по показателю  $x_i$ . В табл. 3 представлен пример исходных данных для расчета интегрального показателя  $I^{ТП}$ . По

каждому компоненту данные собирались за пять временных периодов по 10 группам работников по выбранным компонентам.

Т а б л и ц а 3

№	Образование					№	Стаж трудовой деятельности				
	1	2	4	4	5		1	2	3	4	5
1	0,22	0,24	0,27	0,35	0,41	1	0,22	0,22	0,22	0,25	0,26
2	0,25	0,29	0,36	0,41	0,52	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26
3	0,22	0,25	0,36	0,45	0,54	3	0,22	0,22	0,27	0,27	0,28
4	0,31	0,4	0,47	0,58	0,62	4	0,31	0,31	0,31	0,31	0,36
5	0,21	0,24	0,37	0,48	0,48	5	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
6	0,23	0,22	0,32	0,45	0,5	6	0,23	0,27	0,29	0,29	0,29
7	0,27	0,29	0,33	0,46	0,4	7	0,27	0,27	0,37	0,41	0,41
8	0,23	0,25	0,37	0,48	0,4	8	0,23	0,23	0,25	0,25	0,25
9	0,23	0,29	0,36	0,49	0,37	9	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24
10	0,24	0,26	0,36	0,49	0,37	10	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
$I^{ТП}$	0,0006	0,002	0,03	0,39	0,49	$I^{ТП}$	0,0006	0,0007	0,0015	0,00188	0,0024
№	Стремление к труду					№	Симпатии в коллективе				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	0,43	0,32	0,43	0,45	0,47	1	0,33	0,34	0,33	0,34	0,34
2	0,37	0,32	0,47	0,43	0,47	2	0,34	0,34	0,35	0,37	0,38
3	0,34	0,32	0,43	0,49	0,49	3	0,33	0,33	0,44	0,45	0,45
4	0,47	0,36	0,43	0,49	0,49	4	0,37	0,37	0,39	0,4	0,44
5	0,38	0,35	0,47	0,41	0,45	5	0,23	0,23	0,21	0,27	0,28
6	0,38	0,37	0,37	0,45	0,47	6	0,39	0,39	0,42	0,42	0,43
7	0,47	0,32	0,47	0,41	0,4	7	0,41	0,41	0,41	0,42	0,43
8	0,43	0,38	0,47	0,41	0,49	8	0,43	0,43	0,43	0,44	0,47
9	0,49	0,42	0,38	0,47	0,49	9	0,4	0,4	0,41	0,42	0,43
10	0,48	0,42	0,45	0,42	0,49	10	0,39	0,39	0,4	0,41	0,41
$I^{ТП}$	0,17	0,032	0,25	0,28	0,53	$I^{ТП}$	0,034	0,03	0,05	0,08	0,11
Доверие к работодателю											
№	1	2	3	4	5	№	1	2	3	4	5
1	0,21	0,23	0,29	0,29	0,3	6	0,3	0,32	0,33	0,33	0,34
2	0,21	0,32	0,31	0,31	0,33	7	0,29	0,29	0,33	0,33	0,34
3	0,21	0,27	0,31	0,31	0,32	8	0,21	0,22	0,23	0,24	0,27
4	0,33	0,35	0,31	0,31	0,32	9	0,21	0,22	0,24	0,25	0,24
5	0,37	0,34	0,31	0,32	0,33	10	0,21	0,22	0,22	0,23	0,21
						$I^{ТП}$	0,0009	0,002	0,0035	0,004	0,005



Преимущества предложенного подхода к расчету интегрального показателя трудового потенциала следующие.

1. Существует возможность варьировать пределы  $I^{TP}$  в выбранном диапазоне.

2. Увеличение значения интегрального показателя свидетельствует о положительной динамике изменения компонентов, уменьшение – об отрицательной.

3. Возможно оценивать как отдельный компонент, так и их отобранную по определенному критерию совокупность.

К недостаткам предложенного подхода относится то, что по каждой группе компонентов требуется выстраивать индивидуальные шкалы. Затруднения также вызывает требование расчета предельных значений интегральных показателей для  $I^{TP}$ . Тем не менее, данный подход позволяет получать объективное представление о развитии трудового потенциала предприятий на выбранном временном интервале по отобранным для анализа компонентам.

## ВЫВОДЫ

Проведенное исследование показало, что реализация направлений, касающихся управления трудовым потенциалом, осуществляется посредством применения различных инструментов (обучение и система мотивации персонала, стандартизация и эффективная организация труда и т.д.). Методики расчета интегрального показателя являются составной частью теории трудового потенциала, что дает возможность их использовать в практике управления кадрами. Компоненты трудового потенциала выступают в качестве связующего элемента между поведением работников и специфической организационной деятельностью.

Выявление факторов и критериев, влияющих на изменения в структуре потенциальных трудовых возможностей работников текстильной промышленности, дает возможность повышать устойчивость трудового потенциала к изменениям во внешней среде. Поэтому интегральную оценку развития трудового потенциала целесообразно использовать в процедурах анализа

конкурентоспособности субъектов рыночной деятельности с целью получения оценочных характеристик состояния кадрового состава.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кибанов А.Я., Митрофанова Е.А., Коновалова В.Г. Концепция компетентностного подхода в управлении персоналом. – М.: ИНФРА-М, 2017.

2. Лосева О.В. Методика оценки состояния и анализа динамики развития человеческого интеллектуального капитала в организации // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. – 2009, № 12 (16). С.75...81.

3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.

4. Савина М.В. Российский рынок труда: реакция на кризис. Социальная политика и социология. – 2015. Т. 14, № 5. С. 142...149.

5. Соколов Л.А., Бальхин М.Г., Волкова Г.Ю. Человеческий фактор инновационного развития предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 1.

6. Тяжов А.И. Теоретические основы трудового потенциала и методология его исследования // Научные разраб. по теме НИР "Трудовой потенциал человека и общества". Костром. гос. пед. ун-т им. Н.А. Некрасова. Каф. экономики. – Кострома., 1996.

7. Печеркина М.С., Коробков И.В. Оценка рисков, влияющих на благосостояние регионов // Экономика региона. – 2019. Т. 15, вып. 4. С. 1077...1087. <https://doi.org/10.17059/2019-4-9>.

8. Позолотина Е.И. Модель компетенций должности как основа для формирования подсистем управления персоналом в крупной организации // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. – 2019 Т.18, №1 С.144...158.

9. Человек. Образование. Труд. / Под ред. И.Ф. Симоновой. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. ISBN 978-5-09-902665-38-0.

10. Эсаулова И.А. Дифференциация инновационных ценностей компаний в контексте личностных механизмов проактивности и видов деятельности работников // Управленец. – 2020. Т. 11, № 2. С.41...52. DOI: 10.29141/2218-5003-2020-11-2-4. 9.

11. Коленникова О.А. Кадровое обеспечение легкой промышленности: проблемы и поиск решения // ЭКО. – 2018, № 2. С. 48...61.

12. Официальный сайт Министерства промышленности и торговли Российской Федерации <https://budget.minpromtorg.gov.ru/citizens> (Дата обращения 20.06.2021).

13. Итоги развития легкой промышленности России в 2015 – 2019 гг. Перспективы отрасли в 2020 – 2025 гг. 1 вер (inpctlr.ru) (Дата обращения 20.06.2021).

14. Social change and human development: concept and results / edited by Rainer K. Silbereisen and Xinyin Chen. – London: SAGE Publications Ltd, 2010.

15. Kotter J., Schlesinger L. Choosing strategies for change // Harvard business review. – March. 1979.
16. McClelland D.C. A Guide to Job Competency Assessment / D.C. McClelland. – Boston: Mc Ber, 1974.
17. Winterton J. Prototype Typology of Knowledge, Skills and Competences: clarification of the concept and prototype. F. Delamare – 2006. Le Deist, Emma Stringfellow. CEDEFOP.

#### R E F E R E N C E S

1. Kibanov A.Ya., Mitrofanova E.A., Konovalova V.G. Kontsepsiya kompetentnostnogo podkhoda v upravlenii personalom. – M.: INFRA-M, 2017.
2. Loseva O.V. Metodika otsenki sostoyaniya i analiza dinamiki razvitiya chelovecheskogo intellektual'nogo kapitala v organizatsii // Izvestiya PGPU im. V.G. Belinskogo. – 2009, № 12 (16). S.75...81.
3. Saati T. Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy. – M.: Radio i svyaz', 1993.
4. Savina M.V. Rossiyskiy rynek truda: reaktsiya na krizis. Sotsial'naya politika i sotsiologiya. – 2015. T. 14, № 5. S. 142...149.
5. Sokolov L.A., Balykhin M.G., Volkova G.Yu. Chelovecheskiy faktor innovatsionnogo razvitiya predpriyatiy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 1.
6. Tyazhov A.I. Teoreticheskie osnovy trudovogo potentsiala i metodologiya ego issledovaniya // Nauchnye razrab. po teme NIR "Trudovoy potentsial cheloveka i obshchestva". Kostrom.gos. ped. un-t im. N.A. Nekrasova. Kaf. ekonomiki. – Kostroma., 1996.
7. Pecherkina M.S., Korobkov I.V. Otsenka riskov, vliyayushchikh na blagosostoyanie regionov // Ekonomika regiona. – 2019. T. 15, vyp. 4. S. 1077...1087. <https://doi.org/10.17059/2019-4-9>.

8. Pozolotina E.I. Model' kompetentsiy dolzhnosti kak osnova dlya formirovaniya podsystem upravleniya personalom v krupnoy organizatsii // Vestnik UrFU. Seriya ekonomika i upravlenie. – 2019 T.18, №1 S.144...158.
9. Chelovek. Obrazovanie. Trud. / Pod red. I.F. Simonovoy. – M.: TsentrLitNefteGaz, 2008. ISBN 978-5-09-902665-38-0.
10. Esaulova I.A. Differentsiatsiya innovatsionnykh tsennostey kompanii v kontekste lichnostnykh mekhanizmov proaktivnosti i vidov deyatelnosti rabotnikov // Upravlenets. – 2020. T. 11, № 2. S.41...52. DOI: 10.29141/2218-5003-2020-11-2-4. 9.
11. Kolennikova O.A. Kadrovoe obespechenie legkoy promyshlennosti: problemy i poisk resheniya // EKO. – 2018, № 2. S. 48...61.
12. Ofitsial'nyy sayt Ministerstva promyshlennosti i trgovli Rossiyskoy Federatsii <https://budget.minprom-torg.gov.ru/citizens> (Data obrashcheniya 20.06.2021).
13. Itogi razvitiya legkoy promyshlennosti Rossii v 2015 – 2019 gg. Perspektivy otrasli v 2020 – 2025 gg. 1 ver (inpctlp.ru) (Data obrashcheniya 20.06.2021).
14. Social change and human development: concept and results / edited by Rainer K. Silbereisen and Xinyin Chen. – London: SAGE Publications Ltd, 2010.
15. Kotter J., Schlesinger L. Choosing strategies for change // Harvard business review. – March. 1979.
16. McClelland D.C. A Guide to Job Competency Assessment / D.C. McClelland. – Boston: Mc Ber, 1974.
17. Winterton J. Prototype Typology of Knowledge, Skills and Competences: clarification of the concept and prototype. F. Delamare – 2006. Le Deist, Emma Stringfellow. CEDEFOP.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 15.11.21.

**ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ  
ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КАДРОВОГО СОСТАВА,  
АДАПТИРОВАННОЙ К ПОТРЕБНОСТЯМ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**FORMATION OF AN OPTIMAL MODEL  
FOR ASSESSING THE STAFF COMPETITIVENESS,  
ADAPTED TO THE ENTERPRISE NEEDS**

*С.Г. РАДЬКО, О.Н. НЕВМЕРЖИЦКАЯ*

*S.G. RADKO, O.N. NEVMERZHITSKAYA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: radko-sg@rguk.ru; nevmerzhitskaya-on@rguk.ru

*В статье рассмотрены особенности формирования модели оценки конкурентоспособности персонала, позволяющие выстраивать эффективный механизм управления кадрами. Рассмотрен подход, в соответствии с которым использование аналитических процедур по выделению зон ответственности работников с сопутствующей оценкой их конкурентоспособности осуществляется с учетом кадровых приоритетов предприятия. Показана принципиальная возможность оценки результативности управленческих действий представителей менеджмента, отображающей их конкурентоспособность, с использованием методов регулирования качества трудового потенциала. Подтверждена необходимость использования специфического инструментария при выделении рисков, относящихся к процессу выработки кадровых решений в процедурах развития трудового потенциала. Представлена последовательность расчета при формировании оптимальной модели оценки конкурентоспособности кадрового состава, адаптированной к потребностям текстильного предприятия. Приведен алгоритм идентификации элементов организации деятельности, относящейся к процедурным аспектам оценки конкурентоспособности работников.*

*The article deals with the features of the model formation for assessing the competitiveness of personnel making it possible to build an effective mechanism for personnel management. The approach is considered, according to which the use of analytical procedures for the allocation of employees responsibility areas with a concomitant assessment of their competitiveness is carried out considering the personnel priorities of the enterprise. The fundamental possibility of assessing the effectiveness of management representatives managerial action, reflecting their competitiveness, using methods of regulating the quality of labor potential is shown. The necessity of using specific tools in identifying risks related to the process of developing personnel decisions in the procedures for developing labor potential has been confirmed. The sequence of calculations for the formation of an optimal model for assessing the competitiveness of the personnel structure, adapted to the needs of a textile enterprise, is presented. An algorithm for identifying elements of the organization of activities related to the procedural aspects of employees assessing the competitiveness is given.*

**Ключевые слова:** кадры, персонал, управление кадрами, работник, конкурентоспособность, оценка конкурентоспособности.

**Keywords:** personnel, personnel management, employee, competitiveness, competitiveness assessment.

Целью создания и существования в экономике любой производственной системы является организация процесса преобразования природных ресурсов в пригодные для потребления обществом материальные блага. Поэтому на вход производственной системы поступают природные и трудовые ресурсы, научно-технические знания, а на выходе наблюдаются продукты и услуги, отвечающие общественным запросам и потребностям. Специфические проблемы возникают в системе управления трудом, характеризующейся наличием больших ограничений экономического, социального, законодательного характера. В связи с этим в кризисных условиях возникают проблемы при выполнении аналитических процедур, касающихся поиска информации, адекватно показывающей ситуацию на рынке

труда [1]. Для более углубленной оценки готовности к принятию решений с учетом стратегической направленности прорабатываются методики выполнения текущих задач с учетом организационного и кадрового потенциала субъектов хозяйственной деятельности [2]. Данные задачи актуальны для предприятий текстильной и легкой промышленности, где в кризисных ситуациях наблюдается негативная динамика изменения численности работников по отдельным направлениям производственной деятельности. В табл. 1 представлена динамика численности выбывших работников в текстильной промышленности по некоторым направлениям производственной деятельности<sup>1</sup> в период с четвертого квартал 2019 г. по второй квартал 2021 г.

Т а б л и ц а 1

Направление производственной деятельности	4 кв. 2019 г.	1 кв. 2020 г.	2 кв. 2020 г.	3 кв. 2020 г.	4 кв. 2020 г.	1 кв. 2021 г.	2 кв. 2021 г.
Производство текстильных изделий	98	108	86	126	40	29	24
Производство одежды	43	71	134	48	11	17	8
Производство кожи и изделий из кожи	38	2	14	4	23	1	4

Данные табл. 1 показывают, что присутствует выраженная тенденция снижения численности занятых работников в 2020 г., что в значительной степени связано с фактором пандемии. Причины такого явления следует рассматривать во взаимосвязи со спецификой конкретных форм производственной деятельности. Таким образом, в кризисных ситуациях в трудовой сфере присутствует необходимость в реализации функции планирования, обеспечивающей возможность прогнозирования и определения политики в области кадрового управления. Такое управление включает необходимость выработки правил и норм, определяющих содержание работы с персоналом и

реализацию кадровых решений. Чтобы избежать потерь ценного трудового потенциала, требуется выработать соответствующий запросам рынка труда инструментарий, включающий подходы и механизмы кадрового управления.

Информационные технологии измерительных процессов в трудовой сфере по своему содержанию ориентированы на реализацию определенных методик измерений, относимых к процедурам обработки кадровой информации. Под кадровой информацией обычно понимаются определенным образом организованные массивы данных о персонале субъектов хозяйственной деятельности. Для практических работни-

<sup>1</sup> Витрина статистических данных. Доступ – <https://showdata.gks.ru/report/274190/>

ков это личные дела, приказы о движении персонала, заявления и т.д. Отсюда понятно, что в системе кадрового регулирования постоянно циркулируют большие объемы данных, затрагивающих специфику каждой конкретной организации и требующих постоянного учета. В связи с этим одним из способов реализации задач функций планирования в управлении персоналом является использование оптимизационных задач. В качестве результата решения оптимизационной задачи выступает эффективное распределение зон ответственности между представителями кадрового состава, принимающими решения. Несомненно, успешность устранения текущих и перспективных угроз при этом зависит от наличия у менеджеров тех или иных качеств, определяемых соответствующими методиками анализа трудового потенциала или видимыми результатами предыдущего опыта.

Предприятия осуществляют свою деятельность в глубоко нестабильной среде, наполненной разнообразными рисками и угрозами [3]. Естественным образом в такой среде существует проблематика поддержания конкурентоспособности, существующая независимо от того, насколько устойчиво субъект хозяйствования чувствует себя. В настоящее время, период перехода к следующему технологическому укладу, наблюдаются изменения в представлениях управленческих работников относительно понимания содержания конкурентоспособности [4], [5]. В теории и практике управления кадрами широко используется категория трудового потенциала [6], [7]. Меняется значимость отдельных структурных составляющих потенциала работников. Качество трудового потенциала обычно рассматривается отдельно от самого предприятия, что объясняется важно-

стью персонала для любого предприятия. Любой работник приносит предприятию определенную пользу, отображаемую комплексом его знаний, умений и навыков, которые, в свою очередь, характеризуются компонентами трудового потенциала. Можно отметить, что одним из наиболее значимых компонентов трудового потенциала в управлении кадровыми рисками является креативность, отображающая способность субъектов принятия кадровых решений спонтанно воспроизводить новые идеи, в особенности, касающиеся устранения опасных ситуаций. Новые идеи выступают в виде комбинации прошлых задач, знаний и умений, одновременно включая те или иные ожидания работников, что тесно связано с перспективными событиями в кадровой сфере [8].

Одним из наиболее известных инструментов выделения зон ответственности работников и распределения административных задач управления является матрица ответственности. Анализ конкурентоспособности выполняется в следующей последовательности.

1. Обоснование возможности использования матрицы распределения административных задач управления для оценки конкурентоспособности работников с учетом потребностей предприятий в развитии потенциала кадрового состава.

2. Определение результативности участия представителей менеджмента (отображающей в том числе конкурентоспособность) в области деятельности, касающейся реализации кадровых задач.

Рекомендуемая последовательность расчета при формировании оптимальной модели оценки конкурентоспособности кадрового состава, адаптированной к потребностям предприятия, представлена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

1	Выделение административных задач управления (зон ответственности работников)
2	Выделение комбинаций направлений деятельности, выполняемых отдельными работниками
3	Парное сравнение направлений деятельности по критерию трудоемкости должностных обязанностей
4	Парное сравнение работников по критерию трудоемкости должностных обязанностей
5	Экспертная оценка трудоемкости операций по конкретным работникам
6	Расчет коэффициентов профессиональной готовности $i$ -го работника заниматься $j$ -м видом деятельности
7	Определение предпочтительности работы $i$ -го работника над $j$ -м направлением деятельности
8	Определение конкурентоспособности (полезности) работников (интегрального значения конкурентоспособности) с представлением соответствующих заявленной цели показателей

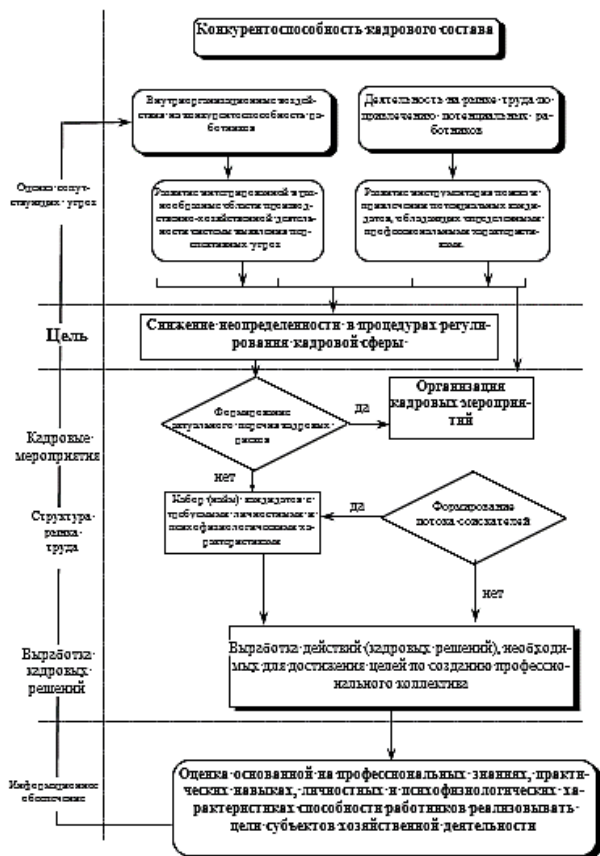


Рис. 1

На рис. 1 (алгоритм идентификации элементов организации деятельности по определению оценочных показателей конкурентоспособности работников) представлен выработанный в исследовании алгоритм идентификации элементов организации деятельности по определению оценочных показателей конкурентоспособности работников.

Значимым понятием рассматриваемого подхода является категория зоны ответственности. Под зоной ответственности может пониматься направление деятельности представителя менеджмента на рынке труда, закрепленное за ним в рамках служебных обязанностей при выполнении задач, относящихся к формированию потока соискателей (подобная процедура обычно обозначается как "лидогенерация"). При определении зоны ответственности обязательного возникает проблема оценки уровня профессионализма работника, ответственного за решение служебных обязанностей [9]. Объясняется это наличием

множественного списка угроз, воздействующих на управляемые системы в экономике, что отчетливо видно на примере сферы деятельности человека, обозначаемой как "охрана труда" [10].

Выраженной особенностью работников является их способность применять знания, умения и навыки в профессиональной обстановке, что обычно отображается понятием "конкурентоспособность работников". Чтобы оценить такую конкурентоспособность, удобно использовать графоаналитический инструмент, позволяющий наглядно устанавливать ответственность исполнителей за порученные им работы. Сопутствующим результатом таких процедур является получение представления о конкурентоспособности кадрового состава. Инструментом анализа является совокупность методов, предоставляющая возможность идентифицировать элементы организации деятельности по определению оценочных показателей конкурентоспособности работников [11].

Предложенная модель анализа показывает возможности оптимизационного моделирования, основанного на положениях теории трудового потенциала. В целом следует констатировать возможность и целесообразность использования аналитических процедур по выделению зон ответственности работников с сопутствующей оценкой их конкурентоспособности. Решение поставленных задач может быть откорректировано с учетом качественной информации, слабо поддающейся формализации. Результатом решения является оптимизация распределения зон ответственности и полномочий между представителями высшего менеджмента по приоритетным направлениям. На основе полученных результатов появляется возможность регулировать порядок взаимодействия работников, занимающихся кадровым управлением, с учетом выделенных зон ответственности. Это необходимо, например, при координации усилий менеджерского состава, касающихся определения относительного вклада работников в реализацию кадровых целей.

1. Карпова М.В. Рынок труда: состояние, прогноз развития, проблемы молодежного рынка труда. Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2014, № 1. С. 207...213.

2. Гольшиева Е.Е., Степанова С.М. Ресурсный анализ экономической безопасности региона: трудовая составляющая // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2019, № 3 (77). С. 86...90.

3. Клейнер Г.Б. и др. Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность. – М.: Экономика, 1997.

4. Миллер А.Е., Нургазин Е.О. Предпринимательские решения в условиях шестого технологического уклада // Управленец. – 2014, № 3 (49). С.46...51.

5. Одегов Ю.Г., Павлова В.В. Трансформация труда: 6-ой технологический уклад, цифровая экономика и тренды изменения занятости // Уровень жизни населения регионов России. – 2017, № 4 (206). С.19...25.

6. Тяжов А.И. Индивидуальный трудовой потенциал и политико-экономическая концепция человеческих способностей. – Кострома: Изд-во КГПУ им. Н.А. Некрасова, 1999.

7. Тяжов А.И. Теоретические основы трудового потенциала и методология его исследования: Научные разраб. по теме НИР "Трудовой потенциал человека и общества". Костром. гос. пед. ун-т им. Н.А. Некрасова. – Кострома, 1996.

8. Абанкина И.В., Абанкина Т.В., Филатова Л.М. Интеграция образования и культуры: ресурсный потенциал. Институт образования НИУ ВШЭ. – 2020, № 1 (81). С. 88...97. DOI: 10.22394/2078-838X-2020-1-88-97.

9. Блюм М.А., Коробова О.В., Уляхин Т.М. HR-менеджмент в системе управления коммерческим предприятием. Министерство образования и науки РФ, ТГТУ. – Тамбов: ООО "Консалтинговая компания Юком", 2016.

10. Пушенко С.Л. Риск-менеджмент и его интеграция в систему управления охраной труда // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. – 2013. Вып. 34(53). С. 121...128.

11. Юнусов М.Б., Есиркепова А.М., Маширова Т.Н. и др. Особенности формирования модели управления персоналом на предприятиях текстильной отрасли // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 3. С. 36...43.

1. Karpova M.V. Rynok truda: sostoyanie, prognoz razvitiya, problemy molodezhnogo rynka truda. Intel'ktual'nye resursy – regional'nomu razvitiyu. – 2014, №1. S. 207...213.

2. Golyshcheva E.E., Stepanova S.M. Resursnyy analiz ekonomicheskoy bezopasnosti regiona: trudovaya sostavlyayushchaya // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta. – 2019, № 3 (77). S. 86...90.

3. Kleyner G.B. i dr. Predpriyatie v nestabil'noy ekonomicheskoy srede: riski, strategii, bezopasnost'. – M.: Ekonomika, 1997.

4. Miller A.E., Nurgazin E.O. Predprinimatel'skie resheniya v usloviyakh shestogo tekhnologicheskogo uklada // Upravlenets. – 2014, № 3 (49). S.46...51.

5. Odegov Yu.G., Pavlova V.V. Transformatsiya truda: 6-oy tekhnologicheskiiy uklad, tsifrovaya ekonomika i trendy izmeneniya zanyatosti // Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii. – 2017, № 4 (206). S.19...25.

6. Tyazhov A.I. Individual'nyy trudovoy potentsial i politiko-ekonomicheskaya kontseptsiya chelovecheskikh sposobnostey. – Kostroma: Izd-vo KGPU im. N.A. Nekrasova, 1999.

7. Tyazhov A.I. Teoreticheskie osnovy trudovogo potentsiala i metodologiya ego issledovaniya: Nauchnye razrab. po teme NIR "Trudovoy potentsial cheloveka i obshchestva". Kostrom. gos. ped. un-t im. N.A. Nekrasova. – Kostroma, 1996.

8. Abankina I.V., Abankina T.V., Filatova L.M. Integratsiya obrazovaniya i kul'tury: resursnyy potentsial. Institut obrazovaniya NIU VShE. – 2020, № 1 (81). S.88...97. DOI: 10.22394/2078-838X-2020-1-88-97.

9. Blyum M.A., Korobova O.V., Ulyakhin T.M. HR-menedzhment v sisteme upravleniya kommercheskim predpriyatiem. Ministerstvo obrazovaniya i nauki RF, TGTU. – Tambov: ООО "Konsaltingovaya kompaniya Yukom", 2016.

10. Pushenko S.L. Risk-menedzhment i ego integratsiya v sistemu upravleniya okhranoy truda // Vestnik VolgGASU. Ser.: Stroitel'stvo i arkhitektura. – 2013. Vyp. 34(53). S. 121...128.

11. Yunusov M.B., Esirkepova A.M., Mashirova T.N. i dr. Osobennosti formirovaniya modeli upravleniya personalom na predpriyatiyakh tekstil'noy otrasli // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 3. S. 36...43.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 15.11.21.

## ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА

### FUNDAMENTALS FOR FORMING THE MECHANISM FOR MAKING INVESTMENT DECISIONS IN RISK CONDITIONS

Е.Г. СТРАЧКОВА, Т.В. ФЕОКТИСТОВА

E.G. STRACHKOVA, T.V. FEOKTISTOVA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: strachkova-eg@rguk.ru; feoktistova-tv@rguk.ru

*В исследовании обосновано использование активизации инвестиционной деятельности как одного из путей выхода экономики из кризиса. На практике большая часть проблем, связанных с выработкой и реализацией инвестиционной политики в отраслях промышленности, в силу экономической нестабильности и рисков являются слабо структурированными и четко не идентифицированными. В исследовании проанализирована сущность и особенности системного анализа. Системный анализ позволяет более глубоко изучить объект, получив достаточно полное представление о нем, выявив причинно-следственные связи между его отдельными частями, а также подготовить варианты решения поставленных задач, определить их эффективность и выбрать наиболее эффективный. Наиболее распространенным подходом к структуризации является схема структурного системного анализа. Этап структуризации проблемы признается большинством исследователей основным в процессе выработки и принятия решения. Структурный системный анализ является наиболее используемым подходом к структуризации, в соответствии с которой декомпозиция проблемы осуществляется в соответствии с общесистемными характеристиками предприятия и внешней среды, применительно к которым рассматривается та или иная проблема. В исследовании проанализированы некоторые особенности структуризации слабоструктурированных проблем. Основным методом структуризации таких проблем является построение ее дерева, представляющего собой систематизированную запись всех составляющих решения проблемы. Приведен пример построения дерева проблемы как основного метода структуризации проблемы с большим числом или сложным характером взаимосвязей. Анализ дерева проблемы дает возможность систематизировать конкретный перечень задач, решение которых позволит сформировать рациональную структуру механизма организационной поддержки принятия инвестиционных решений в условиях риска. Без упорядочения процедуры принятия инвестиционных решений, их системного представления процесс инвестиционной деятельности будет оставаться недостаточно управляемым и сопряженным с внутренними рисками участников инвестиций.*

*The study substantiates the use of the investment activation as one of the ways out of the crisis for the economy. In practice, most of the problems associated with the development and implementation of investment policies in industries due to economic instability and risks are poorly structured and not clearly identified. The study*



*analyzes the essence and features of system analysis. System analysis allows you to study an object more deeply, getting a fairly complete picture of it, identifying cause-and-effect relationships between its individual parts; and also to prepare options for solving the assigned tasks, determine their effectiveness and choose the most efficient one. The most common approach to structuring is the constructive systems analysis scheme. The stage of structuring the problem is recognized by most researchers as the main one in the process of developing and making a decision. Constructive systems analysis is the most used approach to structuring, according to which the decomposition of the problem is carried out in accordance with the general system characteristics of the enterprise and the external environment, in relation to which a particular problem is considered. The study analyzes some features of the semi-structured problems structuring. The main method for structuring such problems is to build its tree, which is a systematic record of all components of the problem solution. An example of constructing a problem tree as the main method for structuring a problem with a large number or complex nature of relationships is given. Analysis of the problem tree makes it possible to systematize a specific list of tasks, the solution of which will allow to form a rational structure of the organizational support mechanism for making investment decisions under conditions of risk. Without streamlining the procedure for making investment decisions, their systematic presentation, the process of investment activities will remain insufficiently manageable and associated with internal risks of investment participants.*

**Ключевые слова:** инвестиционная деятельность, слабоструктурированные проблемы, структуризация проблемы, проблемная ситуация, системный анализ, дерево проблемы, подпроблема, экономическая нестабильность, инвестиционный климат.

**Keywords:** investment activities, semi-structured problems, structuring the problem, problem situation, system analysis, problem tree, subproblem, economic instability, investment climate.

Большинство исследований, посвященных выводу экономики из кризиса, созданию предпосылок для устойчивого развития как народного хозяйства в целом, так и отдельных его отраслей, основывается на активизации инвестиционной деятельности [1], [2].

На практике большая часть проблем, связанных с выработкой и реализацией инвестиционной политики в отраслях промышленности в силу экономической нестабильности и рисков являются слабо структурированными и четко не идентифицированными. Прежде всего это относится к проблеме обоснования необходимости инвестиций в промышленность.

В связи со спецификой слабоструктурированных проблем, связанной с их сложностью, строгую формализацию данного процесса сделать достаточно трудно, хотя та-

кие попытки предпринимаются различными авторами.

Большинством исследователей этап структуризации проблемы признается основным в процессе выработки и принятия решения. Однако именно этот этап является наименее исследованным, а структуризация проблемы остается творческим процессом представления слабоструктурированной проблемы в виде множества хорошо определенных элементов, отношений и операций [3...6].

Схема структурного системного анализа является наиболее используемым подходом к структуризации, в соответствии с которой декомпозиция проблемы осуществляется в соответствии с общесистемными характеристиками предприятия и внешней среды, применительно к которым рассматривается та или иная проблема.

На практике системный анализ является основным инструментом реализации системного подхода, как эффективного средства решения сложных, недостаточно четко сформулированных проблем [7...9].

Взаимодействие, взаимозависимость, взаимосвязь и динамичность элементов системы – перечисленные характеристики являются главными особенностями системного подхода. Системный подход позволяет более глубоко изучить объект, получив достаточно полное представление о нем, выявив причинно-следственные связи между его отдельными частями, а также подготовить варианты решения поставленных задач, определить их эффективность и выбрать наиболее эффективный [9], [10].

При проведении структурного системного анализа используются следующие варианты уменьшения сложности проблемы: представление информации о проблеме в виде иерархии; ограничение числа элементов на каждом уровне (обычно от 3 до 7); использование информации, включающей лишь детали, существенные на каждом уровне; применение строгих формальных алгоритмов записи. Структуризация, как правило, осуществляется путем итерационной процедуры, которая состоит из анализа, детализации, обобщения и согласования, постепенно приводящее лицо, принимающее решение (ЛПР), к некоторому удовлетворяющему его результату.

В общем случае процесс структуризации подразумевает решение следующих задач [5], [6].

1. Классификация проблем по категориям (таксономия) – определение того, на

что влияет существование той или иной проблемы, или под влиянием каких сфер деятельности предприятия и внешних факторов они находятся.

2. Идентификация переменных или факторов, составляющих сущность проблемы, воздействующих на проблему или находящихся под ее влиянием;

3. Оценка воздействия переменных друг на друга.

Основным методом структуризации проблем с большим числом или сложным характером взаимосвязей является построение ее дерева, представляющего собой систематизированную запись всех составляющих решения проблемы [ 5], [9], [11].

В процессе построения дерева проблема, формулируемая на верхнем (нулевом) уровне в весьма общем виде (кардинальная проблема-следствие), по мере перехода на нижние уровни разбивается на конкретные задачи (базовые проблемы-причины), допускающие использование отработанных методов решения (экономических, математических, статистических).

Основными причинами возникновения или существования проблемных ситуаций на предприятии выступают состояния и изменения состояний элементов его внутренней и внешней среды (ресурсы, его структурные подразделения, его ассортимент продукции, виды затрат, его поставщики и потребители), поэтому можно говорить о структуризации проблемы в соответствии не только с причинами ее возникновения, но и с элементами внешней и внутренней среды предприятия, а также характеризующими их показателями.

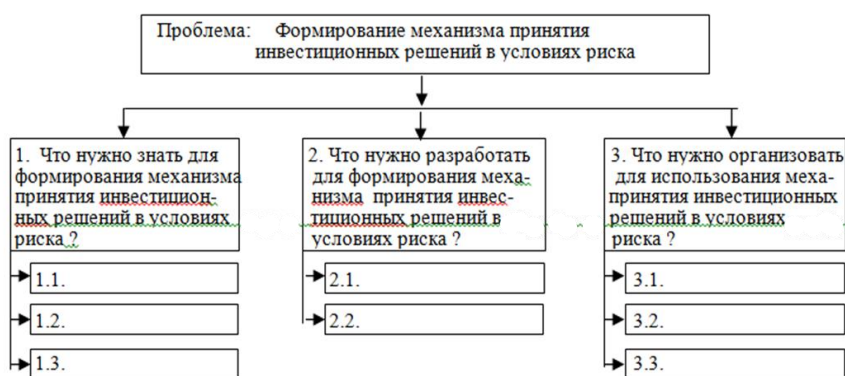


Рис. 1

Предлагаемый в исследовании вариант дерева проблемы "Формирование механизма поддержки принятия инвестиционных решений в условиях риска" представлен на рис. 1.

Формирование механизма организационной поддержки принятия инвестиционных решений является актуальной проблемой, для выявления путей и способов решения которой ее необходимо подвергнуть структуризации.

В соответствии с общими правилами системного анализа данное дерево проблемы построено до четвертого уровня (рис. 1). Первая ветвь дерева (рис. 2 – фрагмент дерева проблемы: "Что нужно знать для формирования механизма принятия инвестиционных решений в условиях риска") определяет, что нужно знать для решения проблемы, вторая – что нужно разработать для решения проблемы, и третья – что нужно организовать для решения проблемы.

Структура дерева позволяет связать проблему высшего уровня с конкретными

средствами ее решения через ряд промежуточных звеньев – подпроблем, обеспечивающих достижение целей предшествующего уровня. Каждая подпроблема, несмотря на ее разнообразные связи с другими проблемами, помещена в дереве один раз в той ветви, где для этого имеются наибольшие основания. С помощью дерева может быть получена необходимая для решения проблемы информация.

Анализ дерева проблемы дает возможность систематизировать конкретный перечень задач, решение которых позволит сформировать рациональную структуру механизма организационной поддержки принятия инвестиционных решений в условиях риска.

Системная запись информации может быть представлена информационной моделью проблемы, в которой прописываются характер информации, необходимой для решения соответствующей задачи, а также для каких целей должны использоваться результаты полученных решений.



Рис. 2

Исследованию и решению проблемы должны быть подвергнуты блоки дерева и информационной модели проблемы, связанные с разработкой, обоснованием и организацией использования механизма поддержки принятия инвестиционных решений в условиях риска. Приоритетность в

проработке этих блоков может быть установлена путем сопоставления их содержания с существующей технологией принятия инвестиционных решений на конкретном предприятии.

Вызванные неблагоприятным инвестиционным климатом сложности принятия

инвестиционных решений в промышленности могут быть частично преодолены организационно-методическими средствами, включающими разработку механизма организационной поддержки принятия этих решений.

Без упорядочения процедуры принятия инвестиционных решений, их системного представления процесс инвестиционной деятельности будет оставаться недостаточно управляемым и сопряженным с внутренними рисками участников инвестиций.

Анализ предлагаемого в исследовании механизма организационной поддержки принятия инвестиционных решений в условиях риска даст возможность в разумные сроки провести на предприятиях отраслей промышленности достаточно обоснованный комплексный анализ эффективности инвестиционных проектов с учетом факторов риска, что снизит как временные, так и возможные стоимостные потери принятия неэффективных инвестиционных решений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Страрчкова Е.Г.* Макроэкономические факторы, влияющие на инвестиционную стратегию предприятия // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (Инновации – 2015)" 17-18.11.2015г. – М.: МГУДТ, 2015. Часть 3. С.234...236.

2. *Рыжова Е.С., Страрчкова Е.Г.* Сущность и особенности инвестиционного потенциала предприятия // Сб. мат. Всерос. научн. конф. молодых исследователей: Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития, 23.05.18г. (Вектор-2018). – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина", 2018. С.23...26.

3. Структуризация проблемы. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://helpiks.org/6-23964.html> (Дата обращения 20.08.21г.)

4. *Saaty T.L.* Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process // Management Science. – 1986, July. Vol. 32, N 7. P. 841...855.

5. *Winterfeld D.* Structured decision problems for decision analysis // Acta Psychologica. – 1980. V. 45.

6. *Yourdon E.* Modern Structured Analysis, N.Y.: Yourdon Press / Prentice Hall, 1989.

7. *Бадалова А.Г., Канхва В.С.* Реализация системности в промышленном риск-менеджменте // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №2. С.30...34.

8. *Страрчкова Е.Г.* Принятие управленческих решений. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2019.

9. *Страрчкова Е.Г., Феоктистова Т.В.* Системный подход в анализе эффективности производства // Сб. научн. тр. к 15-летию кафедры аудита и контроллинга МГУДТ: Актуальные проблемы и тенденции развития экономики организаций в России: – М.: МГУДТ, 2016. С.259...265.

10. *Сирота Е.Н., Клейнер Г.Б., Аглицкий И.* Системный анализ инвестиционной деятельности. – М.: "Прометей", 2018.

11. *Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф.* Основы менеджмента / Пер. с англ. – М.: "Диалектика", 2020.

#### REFERENCES

1. *Strachkova E.G.* Makroekonomicheskie faktory, vliyayushchie na investitsionnyuyu strategiyu pred-priyatiya // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (Innovatsii – 2015)" 17-18.11.2015g. – M.: MGUDT, 2015. Chast' 3. S.234...236.

2. *Ryzhova E.S., Strachkova E.G.* Sushchnost' i osobennosti investitsionnogo potentsiala pred-priyatiya // Sb. mat. Vseros. nauchn. konf. molodykh issledovateley: Ekonomika segodnya: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya, 23.05.18g. (Vek-tor-2018). – M.: RGU imeni A.N. Kosygina", 2018. S.23...26.

3. Strukturizatsiya problemy. [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <https://helpiks.org/6-23964.html> (Data obrashcheniya 20.08.21g.)

4. *Saaty T.L.* Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process // Management Science. – 1986, July. Vol. 32, N 7. P. 841...855.

5. *Winterfeld D.* Structured decision problems for decision analysis // Acta Psychologica. – 1980. V. 45.

6. *Yourdon E.* Modern Structured Analysis, N.Y.: Yourdon Press / Prentice Hall, 1989.

7. *Badalova A.G., Kankhva V.S.* Realizatsiya sistemnosti v promyshlennom risk-menedzhmente // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №2. S.30...34.

8. *Strachkova E.G.* Prinyatie upravlencheskikh resheniy. – M.: RGU imeni A.N. Kosygina, 2019.

9. *Strachkova E.G., Feoktistova T.V.* Sistemnyy podkhod v analize effektivnosti proizvodstva // Sb. nauchn. tr. k 15-letiyu kafedry audita i kontrollinga MGUDT: Aktual'nye problemy i tendentsii razvitiya ekonomiki organizatsiy v Rossii: – M.: MGUDT, 2016. S.259...265.

10. *Sirota E.N., Kleyner G.B., Aglitskiy I.* Sistemnyy analiz investitsionnoy deyatelnosti. – M.: "Prometey", 2018.

11. *Meskon M.Kh., Al'bert M., Khedouri F.* Osnovy menedzhmenta / Per. s angl. – M.: "Dialektika", 2020.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 15.11.21.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
СОЗДАНИЯ ЦЕНТРА ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН  
И СОПУТСТВУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ШИРОКОГО СПЕКТРА  
ВЫСОКОРЕНТАБЕЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ\***

**FEASIBILITY STUDY FOR CREATION OF BAST FIBERS DEEP PROCESSING  
AND RELATED PLANT RAW MATERIALS COMPONENTS CENTER  
FOR THE PRODUCTION OF A WIDE RANGE  
OF HIGHLY PROFITABLE INNOVATIVE PRODUCTS**

*А.П. МОРЫГАНОВ, Н.С. ДЫМНИКОВА, М.Г. КИСЕЛЕВ, С.А. КОКШАРОВ,  
А.Р. ДАНИЛОВ, Ю.М. ТРЕЩАЛИН*

*A.P. MORYGANOV, N.S. DYMNKOVA, M.G. KISELEV, S.A. KOKSHAROV,  
A.R. DANILOV, YU.M. TRESHALIN*

**(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново,  
ООО "Геопроект",  
Ивановский государственный политехнический университет)**

**(Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo,  
Geoproject LLC,  
Ivanovo State Polytechnical University)**

E-mail: apm@isc-ras.ru

*Обоснованы технологическая и технико-экономическая целесообразность создания Центра глубокой переработки лубяных волокон (лен, конопля) и сопутствующих примесей (пектин, лигнин, микрочастицы измельченной костры и льняной пыли) для производства широкой гаммы инновационной текстильной продукции одежного, медицинского и технического направления. Эта продукция будет создана на основе отечественного волокнистого сырья и, благодаря не присущим нативным волокнам извитости, гидрофильности, мягкости, которые приобретаются лубяными волокнами только в результате механохимической модификации, будет иметь как технические, так и экономические преимущества в сравнении с аналогами из импортируемых ныне хлопковых волокон.*

*The technological and technical and economic feasibility of creating a Center for bast fibers (flax, hemp) deep processing and related impurities (pectin, lignin, microparticles of crushed bonfire and flax dust) for the production of a wide range innovative textile products of clothing, medical and technical directions is substantiated. These products will be created on the basis of domestic fibrous raw materials and, due to the tortuosity, hydrophilicity, softness not inherent in native fibers, which are acquired by bast fibers only as a result of mechanical and chemical modification, will have both technical and economic advantages in comparison with analogues from imported cotton fibers now.*

---

\* По материалам пленарного доклада на XXIV Международном научно-техническом форуме "SMARTEX-2021" (Иваново, ИВГПУ, октябрь, 2021 г.).

**Ключевые слова:** льняное и конопляное волокна, сопутствующие примеси, механохимическая модификация, Центр глубокой переработки, инновационная продукция.

**Keywords:** flax and hemp fiber, accompanying impurities, mechanochemical modification, Deep processing Center, innovative products.

Суть предлагаемого проекта заключается в организации Центра глубокой переработки лубяных волокон (ЦГПЛ), использующего в качестве сырья лен и техническую коноплю (зеленка). Мощность предлагаемого Центра по сырью – 10 000 тонн в год, причем в результате первого передела будет получено 2500 тонн короткого волокна, 2-го передела – 1500 тонн отбеленного волокна. При этом следует иметь в виду, что по прогнозам специалистов потребность в льноволокне для изготовления тканей, медицинских изделий, объемных утеплителей для строительства в РФ на 2019 г. составила 351,8 тыс.т., в том числе короткого волокна – 175,9 тыс.т.

Общая стоимость проекта – 1,313 млрд. руб.

**Параметры отбеленного волокна конопли**

Наименование показателей	Образец
Средняя массодлина, мм	30,0-38,0
Средняя линейная плотность, текс	3,5-7,6
Содержание волокон до 15мм, % не более	30
Разрывная нагрузка, сН/текс	10,0-18,0
Скорость погружения, сек	1,2-1,4
Капиллярность, не менее	85 мм
Степень белизны, % не менее	69-72
Пектины, %	0,01
Лигнины, %	1,5 – 2,0
Гемцеллюлоза, %	2,6-3,9
α-целлюлоза, %	90-93
Влажность, % не более	8,0
Реакция водной вытяжки	нейтрал.



Рис. 1

Фотография отбеленного волокна конопли и показатели его свойств представлены на рис. 1. Они полностью соответ-

ствуют показателям аналогов на рынке, что свидетельствует о возможности их применения для создания высококачественной медицинской продукции.

Технологическая схема получения отбеленного волокна механохимическим способом показана на рис.2. Как видно из рис.2, оборудование для этого участка используется в основном отечественное, доказавшее свою работоспособность и надежность на ряде российских предприятий (ООО "ЛенОм", ООО "АПК "Вологодчина" и др.).

**Технологическая схема механической очистки волокна**

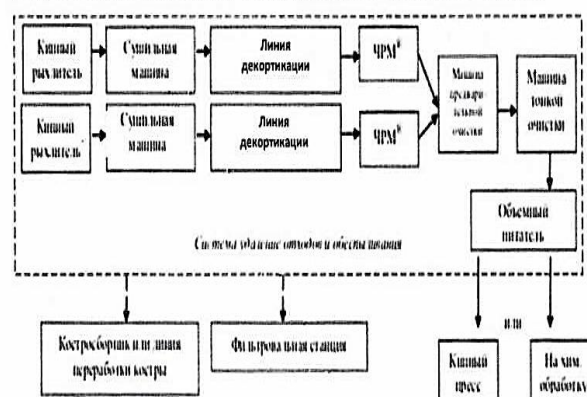


Рис. 2

Перечень технологического оборудования для ЦГПЛ и его стоимость представлены в табл.1, а расчетная удельная себестоимость отбеленного волокна – в табл. 2.

Таблица 1

№ п/п	Наименование	Цена за единицу, тыс. руб.	Количество, ед.	Стоимость без НДС, тыс. руб.
Линия декорткации				163 200
1	Кипящий рыхлитель	12 000	2	24 000
2	Сушильная машина	18 000	2	36 000
3	Линия декорткации	12 000	2	24 000
4	Станция формирования кип	21 500	1	21 500
5	Фильтровальная станция	42 700	1	42 700
6	Котельная для сжигания костры	8000	1	8 000
7	Оборудование пневмотранспорта и аспирации	7000	1	7 000

Линия производства отбеленного волокна				532 243
1	Линия доочистки	40 000	1	40 000
2	Пункт слива и хранения химических реактивов	5000	1	5000
3	Химстанция	125461	1	125 461
4	Линия беления волокна	146 551	1	146 551
5	Сушильная камера с линией разволокнения и хранения	136006	1	136 006
6	Станция формирования кип	21500	1	21500
7	Котельная	8000	1	8000
8	Градирня	10 000	1	10000
9	Станция нейтрализации стоков	16 724	1	16 724
10	Водоподготовка	5000	1	5000
11	ГП	3000	1	3000
12	Складское оборудование	10000	1	10 000
13	Пусконаладочные работы, обучение персонала	5 000	1	5000
ВСЕГО				695 443

Т а б л и ц а 2

Расчетная себестоимость готовой продукции		
Полная себестоимость единицы продукции	Годовые затраты, тыс. руб.	руб/кг
Сырье	70 000	46,67
Химреактивы	30 000	20,00
Вода	2 029	1,35
Газ отопление	3 630	2,42
Газ производство	16 074	10,72
Электроэнергия	29 666	19,78
Стоки	3544	2,36
Оплата труда	60 121	40,08
Текущий ремонт	2 423	1,62
Амортизация	48 458	32,31
Налоги	64	0,04
Итого:	266 010	177,34

Предпосылки для успешной реализации проекта заключаются в следующем.

- Высокая потребность в отбеленном волокне в Европе и России (недостаток хлопка-сырья на отечественном и европейском рынках приводит к увеличению его стоимости; тренд на включение в изделия из нетканого волокна до 20% натуральных волокон приводит к увеличению спроса на льноволокно).

- Потребность в выращивании технической конопли (конопля является хорошим предшественником для сахарной свеклы и пшеницы, что требует ее участия в севообороте).

- Наличие отечественной технологии и опыта отбеливания льноволокна (наличие богатого научно-технологического отечественного потенциала с применением инновационной технологии переработки лубяных культур, что способствует формированию эффективной технологической базы проекта; наличие положительных результатов лабораторного получения отбеленного

волокна конопли, а также отваренного волокна и/или окрашенного, огне-, био- и термостойкого) [1], [2].

- Участие в проекте действующих потребителей отбеленного волокна (так, участие в проекте компании DERUX, Германия, как интегратора проекта, позволяет реально оценивать рынок продукта, требуемое качество и эффективно формировать технологическую цепочку европейским оборудованием; потребность DERUX в отбеленном волокне к 2022 г. составит 5000 т в год).

Большое внимание в проекте уделено использованию отходов основного производства ЦППЛ – микрочастицам льняной пыли размером от 10 до 100 мкм, выделяемым из костры и короткого льноволокна, природным примесям лубяных волокон (лигнины, пектины). Так, анализ результатов испытаний (табл. 3 – средние значения физико-механических характеристик образцов композиционных мононитей при растяжении) показывает, что при практически одинаковой линейной плотности изго-

товленных образцов монопонитей, внедрение в их состав мельчайших частиц льняной пыли приводит к увеличению прочности на растяжение полученного композиционного материала. Кроме того, следует ожидать

снижения коэффициента теплопроводности композиционных монопонитей по отношению к теплопроводности полипропилена или иным химическим веществам, используемым в текстильной промышленности.

Т а б л и ц а 3

Наименование материала	Средние значения				
	прочность при растяжении, Н/мм <sup>2</sup>	прочность при разрыве, Н/мм <sup>2</sup>	модуль упругости, Н/мм <sup>2</sup>	абсолютное удлинение, мм	относительное удлинение, %
Монопонить: полипропилен – 100 %	4600,63	4692,15	1176,19	12,859	13,1
Композиционная монопонить: полипропилен – 93...95%; льняная пыль – 3...5%.	6502,01	6387,41	1238,09	10,672	11,9
Композиционная монопонить: полипропилен – 90%; льняная пыль – 10%.	6069,1	5886,61	1195,23	10,894	12,1

Другой вариант использования отходов - получение наноструктурированных и композиционных материалов на основе льняной костры. Инновационная продукция включает кормовые добавки и премиксы, обладающие высокой белковосвязывающей способностью, антиоксидатной и антимикробной активностью, а также сорбционных материалов широкого спектра направленности (биоразлагаемые полимерно-неорганические сорбенты и селективносорбционные фильтры для очистки жидких и газовых сред, сорбенты медицинского назначения на текстильной основе, высокоемкие гигиенические средства для поглощения влаги и биологической жидкости).

Возможна и организация производства модифицированных пилет из костры (как для внутреннего использования, так и на экспорт), отличающихся от существующих аналогов полной экологической безопасностью, повышенной теплотворной способностью и уменьшенной зольностью (то есть снижением количества коксового углеродного остатка).

Таким образом, создание Центра глубокой переработки по разработанной документации позволит получить не менее 1500 т в год 1...2 видов нижеуказанной инновационной продукции, и/или требуемое количество еще 5...6 видов перспективного отечественного волокнистого сырья или изделий на его основе, а также обеспечить практически полную переработку в полезную продукцию всех растительных примесей и отходов производства.

Различные варианты инновационной

продукции ЦППЛ из низкономерных конопляных и льняных волокон заключаются в следующем:

1) механохимически модифицированное бесканабидное конопляное волокно природного серого цвета или окрашенное (одновременно с модификацией);

2) механохимически модифицированное низкономерное льноволокно (гигроскопичное, природного серого цвета или окрашенное); позволяет обеспечить вложение в смеску с хлопком 40...70% модифицированного льна;

3) отбеленное высокосорбционное льноволокно и нетканые полотна оригинальных структур (атравматичные, ламинированные, дублированные); льновата с содержанием льна от 50 до 100%;

4) низкоматериалоемкие огне- и биостойкие ткани технического назначения с содержанием льноволокна 30...50% и более, показатели огне- и термостойкости, значительно превышают требования ГОСТ;

5) отбеленное высокосорбционное конопляное волокно и сорбционные нетканые материалы на его основе, поглощательная способность 10 г/г, время смачивания 5...10 с;

6) модифицированные льноволокна с антимикробной, антигрибковой и/или антивирусной отделками;

7) объемный огне- и биозащищенный льняной или конопляный утеплитель.

## В Ы В О Д Ы

1. Предложен проект создания Центра глубокой переработки лубяных культур,



позволяющий производить отечественное модифицированное целлюлозное волокно медицинского, одежного и технического назначения (не менее 1500 т в год).

2. Доказана технико-экономическая эффективность проекта.

3. Представлены различные возможности утилизации всех отходов переработки лубяных волокон и их примесей (лигнины, пектины).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Морганов А.П. Инновационная продукция текстильного, медицинского и технического назначения на основе модифицированного короткого льноволокна // Изв.вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №1. С. 297...301.

2. Морганов А.П. Отечественное целлюлозное волокно – перспективное сырье для российской текстильной промышленности // Изв.вузов. Технология

текстильной промышленности. – 2018, №4. С.44...49.

#### REFERENCES

1. Moryganov A.P. Innovatsionnaya produktsiya tekstil'nogo, meditsinskogo i tekhnicheskogo naznacheniya na osnove modifitsirovannogo korotkogo l'novolokna // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №1. S. 297...301.

2. Moryganov A.P. Otechestvennoe tsellyuloznoe volokno – perspektivnoe syr'e dlya rossiyskoy tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №4. S.44...49.

Статья опубликована по материалам "SMARTEX"-2021. Поступила 03.12.21.

УДК 316.35

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_73

## АНАЛИЗ ПРОЕКТА УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ В РАМКАХ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2025 ГОДА

## ANALYSIS OF THE CHANGE MANAGEMENT PROJECT UNDER THE STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF LIGHT INDUSTRY IN THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD UNTIL 2025

*В.В. ФИЛАТОВ, В.Ю. МИШАКОВ, Е.В. ЛОМАКИНА,  
Т.А. ГОРДЕЕВА, М.В. БУЗУЛУЦКАЯ, Т.Д. МОСЯКИН*

*V.V. FILATOV, V.YU. MISHAKOV, E.V. LOMAKINA,  
T.A. GORDEEVA, M.V. BUZULUTSKAYA, T.D. MOSYAKIN*

(Московский государственный университет пищевых производств,  
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ),  
Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма,  
Московский городской университет управления Правительства Москвы им. Ю.М. Лужкова)

(Moscow State University of Food Production,  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),  
K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management  
(The First Cossack University),  
Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism,  
Moscow City University of Management of the Government of Moscow named after Yu.M. Luzhkov)

E-mail: filatov\_vl@mail.ru; mishakovvictor@yandex.ru; elomakina@mgupp.ru;  
gordeeva07@mail.ru; bmvprof@mail.ru; tomas19973@mail.ru

*Цель исследования – провести анализ проекта управления изменениями в рамках стратегии развития легкой промышленности в РФ на период до 2025 года. Предметом исследования выступают статистические данные,*

*характеризующие эффективность стратегии развития легкой промышленности на период до 2025. Методологической основой исследования стали общенаучные методы познания (методы структурного и функционального анализа, диалектический, логического единства, традиционные приемы экономического анализа и синтеза), а также специфические методы оценки состояния стратегии развития легкой промышленности на период до 2025. Проанализированы основные проблемы в отраслях легкой промышленности РФ в настоящее время. Разработаны стратегические цели стратегии развития легкой промышленности в РФ до 2025 года. Особое внимание уделено ключевым направлениям отраслевого развития легкой промышленности. Активная государственная поддержка отраслевых предприятий легкой промышленности позволит сформировать мощный организационно-экономический потенциал, направленный на развитие внутреннего производства легкой промышленности РФ и усилить конкурентные позиции отрасли на внешних и внутренних рынках. Изучены стратегические направления развития легкой промышленности в РФ. Проведена разработка проекта управления изменениями в рамках стратегии развития легкой промышленности в РФ на период до 2025 года с использованием подхода 4P "Ориентация на результаты". Разработана первичная и перекрестная SWOT-матрица Стратегии развития легкой промышленности на период до 2025. Разработано дерево проблем и дерево целей для стратегии развития легкой промышленности на период до 2025. А также составлена карта результатов проекта управления изменениями для стратегии развития легкой промышленности РФ на период до 2025 г.*

*The purpose of the study is to develop a change management project within the framework of the strategy for the development of light industry in the Russian Federation for the period up to 2025. The subject of the study is statistical data characterizing the effectiveness of the strategy for the development of light industry for the period up to 2025. The methodological basis of the study was general scientific methods of cognition (methods of structural and functional analysis, dialectical, logical unity, traditional methods of economic analysis and synthesis), as well as specific methods for assessing the state of the light industry development strategy for the period up to 2025. The main problems in the light industry sectors of the Russian Federation at the present time are analyzed. The strategic goals of the strategy for the development of light industry in the Russian Federation until 2025 have been developed. Special attention is paid to the key areas of industrial development of light industry. Active state support of industrial enterprises of light industry will allow to form a powerful organizational and economic potential aimed at the development of domestic production of light industry of the Russian Federation and strengthen the competitive position of the industry in foreign and domestic markets. The strategic directions of the development of light industry in the Russian Federation are studied. A change management project was developed within the framework of the strategy for the development of light industry in the Russian Federation for the period up to 2025 using the 4P "Results orientation" approach. A primary and cross - SWOT matrix of the Light Industry Development Strategy for the period up to 2025 has been developed. A tree of problems and a tree of goals for the light industry development strategy for the period up to 2025 has been developed. A map of the results of the change management project for the development strategy of the light industry of the Russian Federation for the period up to 2025 has also been compiled.*

**Ключевые слова:** стратегические направления развития, SWOT-анализ, легкая промышленность РФ, конкурентоспособность отраслей, рынки инноваций, высокие технологии, управление изменениями, подход 4P "Ориентация на результаты".

**Keywords:** strategic directions of development, SWOT analysis, light industry of the Russian Federation, competitiveness of industries, innovation markets, high technologies, change management, 4P "Results orientation" approach.

Российская легкая промышленность, являясь структурообразующим звеном российского промышленного комплекса и отечественной экономики, играет значимую роль в смежных отраслях промышленности, нормальное функционирование которых и всего промышленного комплекса в целом невозможно представить без легкой промышленности, которая характеризуется быстрой отдачей финансовых вложений в предприятия отрасли, благодаря интенсивному товарообороту, и высоким уровнем мобильности производства [1].

В РФ с 1992 г. проводится многоступенчатая радикальная экономическая реформа: проведена приватизация и акционирование промышленной собственности государственного сектора; централизованная система распределения финансовых средств и материальных ресурсов, практически ликвидирована; отменен жесткий государственный контроль над ценами со стороны государства; введена внутренняя конвертируемость рубля [2].

В результате, после распада СССР, в течение нескольких лет бывшая советская легкая и текстильная промышленность была почти полностью приватизирована, акционирована и передана в частную собственность. Единый промышленный многоотраслевой комплекс оказался на грани организационно-экономического и производственно-технологического распада, целые текстильные регионы РФ и многие предприятия легкой промышленности оказались на грани остановки производства и полного прекращения хозяйственной деятельности и фактически банкротства [3].

По отраслям легкой промышленности, в среднем, произошло сокращение объема продукции более чем в десять раз. В швей-

ном производстве сильно сократился выпуск пиджаков, платьев, брюк, курток, пальто. В текстильном производстве особенно сильно упал выпуск трикотажных изделий и шерстяных тканей. В кожгалантерейном производстве сократился выпуск чемоданов, портфелей, барсеток, портмоне [4].

Доля выпущенных российскими предприятиями легкой и текстильной промышленности товаров сократилась в 10 раз и сегодня в стоимостном выражении составляет порядка 1,5% от общего объема промышленного производства РФ, для сравнения в начале 1990-х гг. этот показатель составлял порядка 15%. Отечественное производство машин и технологического оборудования для легкой и текстильной промышленности оказалось практически свернутым, и продолжает сокращаться экспорт российской текстильной продукции в страны СНГ и в другие зарубежные страны [5].

Так, российское производство промышленных швейных машин уменьшилось в 500 раз, бытовых швейных машин в 190 раз, ткацких станков в 180 раз. Небольшая группа предприятий порядка 100 единиц, по несколько фабрик в каждой отрасли, производит более 50% объема продукции в легкой и текстильной промышленности РФ, что очень явно говорит о крайне неравномерном региональном развитии отраслей легкой промышленности в РФ. В Московском регионе производится около 24% продукции отрасли, в Санкт-Петербурге – 4,6%, в Ивановской области – 8,6%. В отрасли продолжает сохраняться неблагоприятная ситуация с низкой заработной платой, массовой безработицей, простоем и закрытием предприятий [6].

Более 40% крупных предприятий легкой промышленности находятся в малых

городах и поселках, и в основной своей части они являются градообразующими, а 80% работающих на них сотрудников – это женщины, и все это создает серьезные проблемы жизнеобеспечения работающих, и членов их семей. За годы реформ предприятиями легкой промышленности, в связи с вынужденными простоями и остановками, была потеряна значительная часть квалифицированной рабочей силы, численность работающих на предприятиях легкой и текстильной промышленности сократилась примерно в 6 раз и составляет в настоящее время порядка 500 тыс. человек, тогда как в начале 1990-х гг. их было свыше 3 млн. человек [7].

Так как Москва и Московская область предоставляют более привлекательные возможности для трудоустройства молодежи, существует тенденция увеличения среднего возраста занятых в отраслях легкой промышленности. Значительно возросла доля специалистов, не имеющих должного уровня профессиональной подготовки, сократилось число художников-дизайнеров в отделочных производствах, а оставшиеся вакантные места занимают неквалифицированные трудовые мигранты [8].

Несмотря на сложнейшие экономические проблемы, те предприятия легкой промышленности, которые сумели сохранить часть своих сотрудников и производят и реализуют продукцию, часто не имеют возможности обеспечить достойную оплату своим рабочим и служащим, и на текстильных предприятиях отмечается один из самых низких уровней удовлетворенности респондентов своей работой [9].

На многих предприятиях легкой промышленности слишком велик разрыв между доходами руководящего персонала и трудового коллектива, среднемесячная зарплата в легкой и текстильной промышленности в 2,5...3,0 раза ниже среднемесячной зарплаты по промышленности в целом, и значительная часть работников высокой квалификации получают заниженную заработную плату, а это приводит к нежелательным социальным и экономическим последствиям, в частности, создается социальная

напряженность и резко снижается платежеспособность населения [10].

Основные экономические показатели хозяйственной деятельности такие, как себестоимость продукции, ее рентабельность и конкурентоспособность, для многих российских предприятий легкой промышленности до настоящего времени остаются на очень низком уровне, рентабельность продукции в целом по всей легкой и текстильной промышленности близка к нулю, и хотя многие предприятия выходят на прибыль, растет их кредиторская задолженность и напряженным остается их финансовое положение [11].

В настоящее время порядка 80% общего объема реализуемой товарной продукции отраслей легкой промышленности приходится на долю текстильной и швейной промышленности в РФ. В структуре российского производства предприятий легкой промышленности, занимающие в ней наибольшую долю, выделяют четыре основных вида продукции: ткани, постельное белье, одежда и обувь. Предприятия легкой промышленности расположены почти в каждом регионе, при этом наблюдается тенденция ежегодного снижения занятых на предприятиях и ежегодного снижения числа предприятий легкой промышленности. В отраслях легкой промышленности преобладают российские частные собственники, собственность предприятий легкой промышленности отличается высоким уровнем концентрации и закрытости [12].

Анализ современного состояния отраслей легкой промышленности и итогов ее деятельности за последнее время позволил выделить ряд ключевых проблем, препятствующих эффективному развитию предприятий легкой промышленности, и задач, требующих оперативного решения.

Российские предприятия легкой промышленности по уровню организации работ и контроля за производством и технологическими процессами значительно отстают от зарубежных предприятий, внедряющих инновационные технологии, вследствие чего продолжительность выполнения

заказов два раза дольше, а удельная трудоемкость производства в отрасли в пять раз выше, чем за рубежом [13].

В структуре затрат предприятий легкой промышленности преобладают затраты на оплату труда и материальные ресурсы (сырье), доли которых в общих затратах составляют 20% и 65% соответственно. На предприятиях легкой промышленности в качестве сырья используется лен, шерсть, шелк, хлопок, а также синтетические и искусственные волокна, и в настоящее время сформирована глубокая зависимость от импортного сырья [14].

Существенной проблемой для отечественного производства является зависимость отрасли от импортного оборудования и технологий, а также существует нелегальный импорт товаров, и неучтенное производство, которое является нелегальным. Доля нелегальных поставщиков, работающих по схемам "серого" импорта, достигает 50...60%, а доля контрафактной продукции составляет около 25...30% от общего объема ввозимых и производимых товаров легкой промышленности [15].

Российская легкая промышленность по масштабам инвестиций в новое и высокотехнологичное оборудование значительно

уступает большинству зарубежных предприятий. Для большинства предприятий легкой промышленности средний размер инвестиций ниже, чем во всей обрабатывающей промышленности, и порядка 60...70% предприятий отрасли практически не делают инвестиций в основной капитал [16].

Эффективному развитию предприятий легкой промышленности препятствуют проблемы непредсказуемости государственного регулирования, макроэкономической нестабильности, административные барьеры, коррупционные схемы в отрасли, проблемы неразвитости производственной инфраструктуры, несовершенства нормативно-правового регулирования, снижения платежеспособного спроса, ужесточения условий доступа к кредитным ресурсам со стороны банковской системы и т.д. [17].

Для выявления основных проблем управления изменениями в стратегии развития легкой промышленности необходимо рассмотреть ее современное состояние. В рамках такого подхода используется матрица SWOT-анализа (табл. 1). Сильные и слабые стороны, возможности и угрозы приведены в самом проекте стратегии.

Т а б л и ц а 1

Сильные стороны	Слабые стороны
<p>близость к ключевому крупному экспортному рынку сбыта – выгодное географическое расположение;</p> <p>внутренний рынок достаточно большой;</p> <p>обеспеченность собственным сырьем для производства синтетических и искусственных волокон благодаря развитому нефтехимическому комплексу;</p> <p>обеспеченность собственным сырьем для производства натуральных волокон – лен, шерсть благодаря развитому целлюлозно-бумажному комплексу;</p> <p>стоимость труда конкурентоспособная в текущих условиях</p>	<p>изношенность основных фондов высокая;</p> <p>объем инвестиций в основной капитал низкий;</p> <p>производительность труда в среднем по отраслям легкой промышленности низкая;</p> <p>обеспеченность отечественным сырьем (хлопком, вискозой, тканями для одежды) предприятий легкой промышленности низкая;</p> <p>престиж отраслей легкой промышленности низкий;</p> <p>недостаток профессиональных кадров в области технологий и управления производством,</p> <p>система массовой подготовки производственного и управленческого персонала недостаточно эффективная;</p> <p>зависимость отрасли от импортного оборудования и технологий существенная,</p> <p>рост потребности в финансировании при запуске/модернизации производств и высокие валютные риски;</p> <p>развитие НИР и НИОКР в области технологических процессов слабое,</p> <p>разработка инновационной продукции на низком уровне,</p>

	развитие национальной дизайнерской школы слабое высокая стоимость заемных денежных средств и сложность получения кредитов; высокий уровень воспринимаемых страновых рисков, ограничивающий интеграцию российских производителей в мировую систему разделения труда
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
развитие швейных и обувных производств за счет "окна возможностей" относительно низкой стоимости труда, в том числе локализация производств международных компаний для обслуживания российского и европейского рынка; развитие полной производственной цепочки на базе синтетических и искусственных волокон с высокой долей экспорта; развитие национальных брендов в области одежды, обуви, аксессуаров, а также престижа отрасли и компетенций в дизайне и моде	рост стоимости труда в долларовом выражении из-за укрепления рубля и/или высокой инфляции, приводящий к потере конкурентоспособности внутреннего швейного и обувного производства в сравнении с мировыми и региональными странами-экспортерами; снижение предпринимательской активности из-за политической или макроэкономической нестабильности, неэффективного регулирования; снижение инвестиционной активности в РФ, влекущее отставание отрасли от планируемого развития

В рамках данной работы под изменением будем понимать переход объекта (легкой промышленности) из одного состояния в другое, смену ее содержания во времени. Под процессом управления изменениями будем понимать деятельность по планированию, организации, координации, контролю и распоряжению переходами легкой промышленности из одного состояния в другое.

Необходимо отметить, что сильная и слабая стороны обеспеченности отечественным сырьем противоречат друг другу. При этом считается, что при низкой производительности труда сильной стороной считается его конкурентоспособная стоимость. Часть возможностей в матрице не относится к внешней среде. На основе выявленных в проекте стратегии факторов составим перекрестную матрицу SWOT-анализа (табл. 2).

Таблица 2

	<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
<b>Возможности</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>использование географического положения для экспорта волокон;</li> <li>финансирование грантов для модельеров и проведение социально-культурных мероприятий;</li> <li>организация кластеров легкой промышленности для производства волокон;</li> <li>привлечение частных международных компаний за счет конкурентоспособной стоимости труда</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>привлечение частных (в том числе – иностранных) инвестиций для преодоления высокой изношенности основных фондов;</li> <li>использование механизмов государственно-частного партнерства для преодоления низкого объема инвестиций в основной капитал;</li> <li>привлечение частных (в том числе – иностранных) инвестиций для преодоления низкой производительности труда в среднем по отрасли;</li> <li>политика стимулирования национальных брендов для обеспечения роста предложения отечественного сырья (хлопка, вискозы, ткани для одежды);</li> <li>развитие брендинга продукции легкой промышленности для преодоления отсутствия престижа отрасли;</li> <li>привлечение частных (в том числе – иностранных) инвестиций для преодоления потребности в финансировании при запуске/модернизации производств и к валютным рискам;</li> <li>создание полных производственных цепочек в виде кластеров для преодоления слабого развития НИОКР в области технологических процессов, инновационной продукции;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• привлечение частных компаний в отрасль, что сформирует благоприятный инвестиционный климат, что снизит сложность получения кредитов и высокая стоимость заемных денежных средств;</li> <li>• стимулирование национальных брендов для развития внутреннего рынка товаров легкой промышленности, что снизит уровень воспринимаемых страновых рисков, ограничивающий интеграцию российских производителей в мировую систему разделения труда</li> </ul>
Угрозы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать внутренний рынок для нивелирования роста стоимости труда в долларовом выражении;</li> <li>• продолжение снижения стоимости труда для увеличения предпринимательской активности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• снижение производительности труда при росте его стоимости;</li> <li>• отсутствие престижа легкой промышленности и институциональные ограничения, способствующие снижению предпринимательской активности;</li> <li>• остановка импорта технологического оборудования из-за снижения инвестиционной активности в РФ</li> </ul>

Таким образом, современными проблемами управления изменениями в проекте Стратегии являются:

- отсутствие акцента на возможности привлечения частного сектора к реализации мероприятий стратегии (привлечение частных, в том числе – иностранных, инвестиций не соотносится с задачами реализации стратегии) [18];
- отсутствие государственной поддержки предприятий легкой промышленности (это способствует плохому инвестиционному климату отрасли) [19];

- отсутствие возможностей для реализации кластерной политики в легкой промышленности (полные производственные цепочки в современных условиях могут быть организованы только таким способом) [20].

Для решения выявленных проблем наиболее эффективным инструментом является подход 4Р (project, purpose, particulars, people); в табличной форме он отражен в табл. 3 (матрица 4Р "Ориентация на результат").

Таблица 3

Проект	Цели и намерения	Частности	Люди
Стратегия развития легкой промышленности РФ до 2025 года	<p>Форсайт-изменения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание в РФ устойчиво развивающейся легкой промышленности, интегрированной в мировую систему разделения труда и основанной на естественных конкурентных преимуществах страны</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличение вклада легкой промышленности в ВВП до 0,28...0,30% путем импортозамещения и реализации экспортного потенциала в конкурентоспособных сегментах.</li> <li>2. Обеспечение стратегически значимых отраслей высокотехнологичной текстильной продукцией российского производства</li> </ol>	-
	<p>Стратегические изменения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Развитие производств готовой продукции, включая крупные контрактные производства</li> <li>2. Развитие национальных брендов в области одежды и обуви</li> <li>3. Развитие интегрированной производственной цепочки синтетических текстильных материалов</li> <li>4. Развитие производства технического текстиля</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стимулирование создания десяти-пятнадцати крупных швейных и обувных производств</li> <li>2. Стимулирование высококачественной подготовки и трудоустройства производственных кадров</li> <li>3. Стимулирование развития малых и средних предприятий в области швейного и обувного производства</li> <li>4. Формирование пяти-шести региональных кластеров по производству кожаной одежды и обуви</li> </ol>	

		<p>5. Стимулирование крупных международных и национальных брендов к размещению производства готовой продукции для российского и мирового рынка на российских предприятиях</p> <p>6. Разработка и развитие двух -трех модных кластеров для российских дизайнеров и производителей международного уровня</p> <p>7. Разработка системы региональной поддержки продвижения национальных брендов на зарубежные рынки</p> <p>8. Создание двух крупных производств синтетических волокон общим объемом порядка 350...500 тыс. т (полиэстер непрерывным способом)</p> <p>9. Создание двух крупных заводов по интегрированной технологии "растворимая целлюлоза + вискозное волокно" общим объемом порядка 220...280 тыс. т</p> <p>10. Разработка и развитие промышленных парков или двух -трех региональных кластеров или производителей технического текстиля</p> <p>11. Разработка и развитие комплексной системы поддержки НИР и НИОКР</p> <p>12. Разработка и развитие системы поддержки экспорта искусственных и синтетических волокон, текстильных материалов, в том числе технического текстиля</p>	
	Тактические изменения:-	-	-
	Оперативные изменения:-	-	-
	Операционные изменения:-	-	-

Операционные, оперативные и тактические изменения не заполнены в таблице, поскольку таковые не предусмотрены в документе стратегического планирования. Элемент "Люди" в таблице также не заполнен, ввиду того что в проекте Стратегии не предусматривается создание новых организационных структур, а также влияние на спрос и предложение товаров легкой промышленности.

Таким образом, на основе проведенного перекрестного SWOT-анализа были выявлены основные проблемы управления изменениями в проекте стратегии развития легкой промышленности РФ, не указанные в самом проекте стратегии. Однако эти проблемы косвенно заложены в цели и задачи стратегии. С помощью 4P-подхода было установлено, что в стратегии не заложены финансово-бюджетные механизмы ее реа-

лизации, а также ее цели и задачи не соотнесены с существующей социально-экономической ситуацией на рынке.

На основе проведенных SWOT и 4P-анализов возможно разработать проект управления изменениями в рамках стратегии развития легкой промышленности в РФ на период до 2025 года. Первым шагом станет составление дерева проблем (рис.1).

Доля предприятий в отраслях легкой промышленности, практически не осуществляющих вообще никаких инноваций, со временем почти не меняется, несмотря на некоторую положительную динамику показателей инновационной активности, которая наблюдается последние несколько лет[21].

Низкий уровень инвестиционной и инновационной деятельности выражается в слабой конкурентоспособности отечест-



венной продукции, в низкой доле "ноу-хау" и инновационных товаров на российском и мировом рынке [22].

Уровень предпринимательской активности в отраслях легкой промышленности весьма невысок, несмотря на преобладание частных предприятий в отрасли. Предприятия легкой промышленности ожидают господдержку в виде госзаказа, субсидий, льгот и протекционистских мер по защите отечественных предприятий от агрессивных зарубежных игроков [23].



Рис. 1

У большинства предприятий в отраслях легкой промышленности нет четкой стратегии развития, и тем более форсайта, а главной целью является реагирование на текущие рыночные изменения и удержание своей доли рынка, в то время как стратегичес-

кое планирование на пятилетнюю перспективу осуществляют не более 5% компаний, а долгосрочное форсайтное планирование более чем на семь-десять лет осуществляют не более 1% компаний [24].

Для решения указанных основных проблем изначально необходимо разработать дерево целей развития легкой промышленности на основе выявленных проблем (рис. 2).

Построенное дерево целей позволяет определить основные индикаторы для каждой из поставленных задач. В рамках разработки проекта управления изменениями были предложены следующие показатели (таб. 4 – разработка показателей развития легкой промышленности).



Рис. 2

Таблица 4

Цели	Индикаторы
Создание нормативно-правовой базы кластеров легкой промышленности	Количество нормативно-правовых актов в сфере кластеризации легкой промышленности – 10 шт. Снижение ставки налога на прибыль организаций для предприятий в кластере до 10%
Создание особых экономических зон легкой промышленности	Количество особых экономических зон легкой промышленности – 20 шт. Количество фирм, зарегистрированных в особых экономических зонах легкой промышленности – 1000 фирм
Определение нужд государства в продукции легкой промышленности	Процент государственного заказа в отечественной легкой промышленности – 100%
Определение нужд государства в сфере закупок	Количество государственных и муниципальных закупок легкой промышленности – 250 заказов

Изменение нормативно-правовой базы налогообложения	Снижение ставки налога на прибыль организаций для предприятий сферы легкой промышленности до 15% Предоставление налоговых льгот по налогу на прибыль и налогу на имущество до 50% в случае участия предприятия в инфраструктурных проектах легкой промышленности
Стимулирование государственно-частного партнерства в легкой промышленности	Процент инфраструктурных проектов, реализованных с помощью схем государственно-частного партнерства – 50%

На наш взгляд, предлагаемые индикаторы, цели и задачи позволят решить основные выделенные проблемы отрасли легкой промышленности и показать тенденции ее развития.

Улучшить сложившуюся ситуацию в отраслях легкой промышленности, обеспечить стабильный экономический рост предприятий легкой промышленности, обеспечить выпуск качественной продукции и финансовую устойчивость предприятий легкой промышленности возможно за счет повышения эффективности производства на новом технико-технологическом уровне, разработки и реализации антикризисных мер по активизации инновационной деятельности предприятий легкой промышленности, а также защите российских товаропроизводителей от "теневого" производства, несанкционированного импорта, созданию цивилизованного рынка потребительских товаров и его инфраструктуры [25].

На основе проведенного анализа составим карту результатов реализации предлагаемых задач и достижения индикаторов (рис. 3).

Таким образом, в рамках данного исследования был описан разработанный проект управления изменениями в рамках стратегии развития легкой промышленности в РФ на период до 2025 года, который позволит решить следующие основные проблемы:

- отсутствие акцента на возможности привлечения частного сектора к реализации мероприятий стратегии (привлечение частных, в том числе – иностранных, инвестиций не соотносится с задачами реализации стратегии);
- отсутствие государственной поддержки предприятий легкой промышленности (это способствует плохому инвестиционному климату отрасли);

- отсутствие возможностей для реализации кластерной политики в легкой промышленности (полные производственные цепочки в современных условиях могут быть организованы только таким способом).

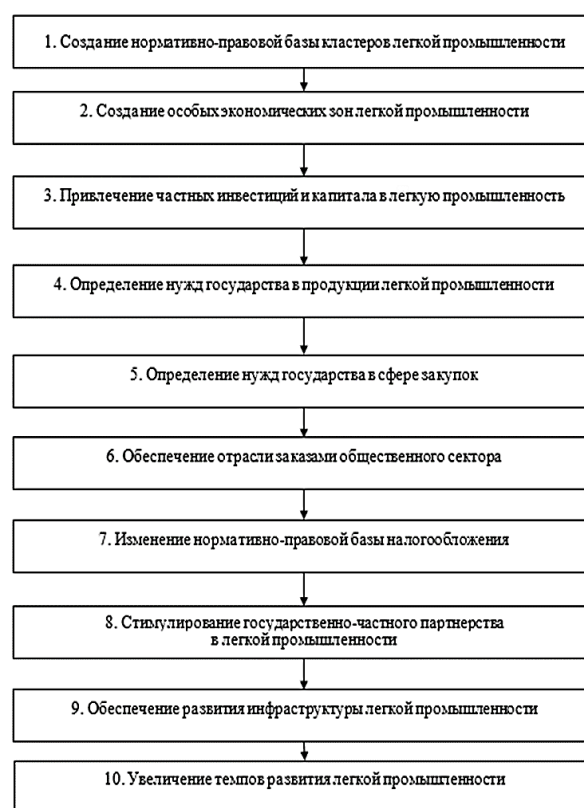


Рис. 3

Особое внимание должно быть уделено: государственной поддержке предприятий легкой промышленности; созданию на государственном уровне возможностей для реализации кластерной политики в легкой промышленности; созданию нормативно-правовой базы кластеров легкой промышленности и совершенствование нормативно-правовой базы в сфере производства, импорта, экспорта, налогового и таможенно-

тарифного регулирования; улучшению инвестиционного климата отрасли; привлечение частных, в том числе прямых иностранных, инвестиций; улучшению условий труда; индексация заработной платы рабочего, инженерно-технического и руководящего состава предприятий легкой промышленности; финансированию НИР и НИОКР и внедрение инноваций; активному участию предприятий легкой промышленности в процессах государственно частного партнерства; выходу на новые рынки сбыта; развитию новых направлений производства.

Реализация комплекса мер позволит сформировать мощный потенциал, направленный на развитие производства легкой промышленности РФ и усилить конкурентные позиции отрасли на мировом и отечественном рынках.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ловкова Е.С., Павленко С.О., Саркисян К.С. Государственная поддержка текстильной и легкой промышленности на российском рынке // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №5. С.61...66.

2. Косикова Ю.А., Филатов В.В., Мишаков В.Ю., Кудрявцев В.В., Положенцева И.В., Фадеев А.С. Анализ внешнеторговой политики Российской Федерации и предложения по увеличению ее эффективности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №3. С. 5...10.

3. Bezpalov V.V., Lochan S.A., Fedyunin D.V. The signs of economic disparity in Russia following the implosion of the USSR // Visual Anthropology. – V. 33, №2, 2020. P. 116...127.

4. Kvasnycka R.S., Derykot O.M. Organizational structure of management by the enterprises of light industry: the state and directions of development // Science and Society. – № 2, 2012. P. 116...128.

5. Podshibyakina T.A., Zaitseva N.A., Larionova A.A., Kosolapov A.B., Zhenzhebir V.N., Palastina I.P., Polozhentseva I.V. Evaluation of the influence of economic and national factors on the dissemination of political ideas in the context of globalization // Modern Journal of Language Teaching Methods. – V. 8, № 11, 2018. P. 62...68.

6. Aizinova I.M. Russian light industry on the threshold of the world trade organization. Studies on Russian Economic Development. – V. 23, № 6, 2012. P.572...584.

7. Gulbakhor K., Fayozza K., Mokhinur N., Dildora Y. Main directions of investment project management in light industry enterprises // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. – V. 24, № 5, 2020. P.4981...4997.

8. Аймен А.Т., Аташева Д.О., Хажгалиева Д.М., Сулейменова И.К. Проблемы импортозамещения в легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №2. С.47...52.

9. Madrahimovich R.N., Bulturbayevich M.B. Advantages of vertical integrated enterprises (under light industry enterprises) // Test Engineering and Management. – V. 81, №11-12. P. 1596...1606.

10. Петрухин А.Б., Дмитриев Ю.А., Омаров М.М., Минин Д.Л. Инвестиционный потенциал и прогноз развития отраслей легкой и текстильной промышленности Российской Федерации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №6. С.26...31.

11. Джолдасбаева Г.К., Епанчинцева С.Е., Есилбаева Ж.Е. Факторы эффективности и конкурентоспособности предприятий легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №6. С.40...43.

12. Ловкова Е.С., Ялунина Е.Н. Малый бизнес – как фактор развития легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №5. С.75...78.

13. Alekseevna M.V., Nikolaevna M.L., Vasilyeva K.L. Innovative approach in garment construction and manufacturing technologies of light industry products // International Journal of Engineering and Technology(UAE). – V. 7, № 3, 2018. P. 68...70.

14. Krasinal I.V., Gatiyatullina R.F. Preparation of highly qualified female personnel for the development of light industry // Proceedings of 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL – 2013. P. 401...402.

15. Potudanskaya V.F., Borovskikh N.V., Kipervar E.A. Problems of formation and development of the innovative potential of workers of light industry enterprises // Espacios. – V. 38, № 49. P. 9.

16. Lipina S.A., Lochan S.A., Fedyunin D.V., Bezpalov V.V. Government promoting communication tool in innovation development of companies // European Research Studies Journal. – V. 20, №4B, 2017. P.536...547.

17. Bezpalov V.V., Sorokina N.Y., Lochan S.A. Modernization of management of the regional economy as an instrument for solving tasks related to import substitution // Journal of Internet Banking and Commerce. – V. 21, № S6, 2016.

18. Lochan S.A., Fedyunin D.V., Bezpalov V.V., Petrosyan D.S. Theoretical issues of the formation of the industrial policy of enterprises // International Journal of Economics and Financial Issues. – V. 5, № 3S, 2015. P.274...280.

19. Bezpalov V.V., Fedyunin D.V., Avtonomova S.A., Lochan S.A., Solopova N.A. A model for managing the innovation-driven development of a regional industrial complex // Entrepreneurship and Sustainability Issues. – V. 6, № 4, 2019. P. 1884...1896.

20. Filatov V., Mishakov V., Osipenko S., Artemyeva S., Kolontaevskaya I. Industry 4.0 concept as an incentive to increase the competitiveness of the food and processing industries of the Russian Federation // Pro-

ceedings of: E3S Web of Conferences. – 1, 2020. P.03040.

21. Yusupov U. Industry characteristics management of innovative processes at the enterprises of light industry // European Journal of Economics and Management Sciences. – № 2, 2015. P. 46...48.

22. Симонова В.А., Задорнов К.С., Сенков В.А., Квач Н.М. Качественная оценка затрат и инвестиций в проекты информационной безопасности предприятий легкой промышленности // Индустриальная экономика. – 2021. Т. 2, № 2. С. 47...52.

23. Грасмик К.И., Дусь Ю.П. Инновации в легкой промышленности: влияние экономического кризиса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №4. С.5...9.

24. Нидзий Е.Н., Чузумбаев Р.Р. Аналитическое обоснование стратегии инновационных изменений предприятий легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №1. С.43...49.

25. Матушкина О.Е., Вишнякова О.М., Карпушкина А.В. Оптимизация среды поставок предприятия легкой промышленности на основе сравнительного анализа поставщиков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №1. С.29...32.

#### REFERENCES

1. Lovkova E.S., Pavlenko S.O., Sarkisyan K.S. Gosudarstvennaya podderzhka tekstil'noy i legkoy promyshlennosti na rossiyskom rynke // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №5.

2. Kosikova Yu.A., Filatov V.V., Mishakov V.Yu., Kudryavtsev V.V., Polozhentseva I.V., Fadeev A.S. Analiz vneshnetorgovoy politiki Rossiyskoy Federatsii i predlozheniya po uvelicheniyu ee effektivnosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №3. S. 5...10.

3. Bezpалov V.V., Lochan S.A., Fedyunin D.V. The signs of economic disparity in Russia following the implosion of the USSR // Visual Anthropology. – V. 33, №2, 2020. P. 116...127.

4. Kvasnycka R.S., Derykot O.M. Organizational structure of management by the enterprises of light industry: the state and directions of development // Science and Society. – № 2, 2012. P. 116...128.

5. Podshibyakina T.A., Zaitseva N.A., Larionova A.A., Kosolapov A.B., Zhenzhebir V.N., Palastina I.P., Polozhentseva I.V. Evaluation of the influence of economic and national factors on the dissemination of political ideas in the context of globalization // Modern Journal of Language Teaching Methods. – V. 8, № 11, 2018. P. 62...68.

6. Aizinova I.M. Russian light industry on the threshold of the world trade organization. Studies on Russian Economic Development. – V. 23, № 6, 2012. P.572...584.

7. Gulbakhor K., Fayoza K., Mokhinur N., Dildora Y. Main directions of investment project management in light industry enterprises // International Journal of Psy-

chosocial Rehabilitation. – V. 24, № 5, 2020. P.4981...4997.

8. Aymen A.T., Atasheva D.O., Khazhgalieva D.M., Suleymenova I.K. Problemy importozameshcheniya v legkoy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №2. S.47...52.

9. Madrahimovich R.N., Bulturbayevich M.B. Advantages of vertical integrated enterprises (under light industry enterprises) // Test Engineering and Management. – V. 81, №11-12. P. 1596...1606.

10. Petrukhin A.B., Dmitriev Yu.A., Omarov M.M., Minin D.L. Investitsionnyy potentsial i prognoz razvitiya otrasley legkoy i tekstil'noy promyshlennosti Rossiyskoy Federatsii // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №6. S.26...31.

11. Dzholdasbaeva G.K., Epanchintseva S.E., Esilbaeva Zh.E. Faktory effektivnosti i konkurentosposobnosti predpriyatiy legkoy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №6. S.40...43.

12. Lovkova E.S., Yalunina E.N. Malyy biznes – kak faktor razvitiya legkoy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №5. S.75...78.

13. Alekseevna M.V., Nikolaevna M.L., Vasilyeva K.L. Innovative approach in garment construction and manufacturing technologies of light industry products // International Journal of Engineering and Technology(UAE). – V. 7, № 3, 2018. P. 68...70.

14. Krasinal I.V., Gatiyatullina R.F. Preparation of highly qualified female personnel for the development of light industry // Proceedings of 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL – 2013. P. 401...402.

15. Potudanskaya V.F., Borovskikh N.V., Kipervar E.A. Problems of formation and development of the innovative potential of workers of light industry enterprises // Espacios. – V. 38, № 49. P. 9.

16. Lipina S.A., Lochan S.A., Fedyunin D.V., Bezpалov V.V. Government promoting communication tool in innovation development of companies// European Research Studies Journal. – V. 20, №4B, 2017. P.536...547.

17. Bezpалov V.V., Sorokina N.Y., Lochan S.A. Modernization of management of the regional economy as an instrument for solving tasks related to import substitution // Journal of Internet Banking and Commerce. – V. 21, № S6, 2016.

18. Lochan S.A., Fedyunin D.V., Bezpалov V.V., Petrosyan D.S. Theoretical issues of the formation of the industrial policy of enterprises // International Journal of Economics and Financial Issues. – V. 5, № 3S, 2015. P.274...280.

19. Bezpалov V.V., Fedyunin D.V., Avtonomova S.A., Lochan S.A., Solopova N.A. A model for managing the innovation-driven development of a regional industrial complex // Entrepreneurship and Sustainability Issues. – V. 6, № 4, 2019. P. 1884...1896.

20. Filatov V., Mishakov V., Osipenko S., Artemyeva S., Kolontaevskaya I. Industry 4.0 concept as an incentive to increase the competitiveness of the food and processing industries of the Russian Federation // Proceedings of: E3S Web of Conferences. – 1, 2020. P.03040.

21. Yusupov U. Industry characteristics management of innovative processes at the enterprises of light industry // European Journal of Economics and Management Sciences. – № 2, 2015. P. 46...48.

22. Simonova V.A., Zadornov K.S., Senkov V.A., Kvach N.M. Kachestvennaya otsenka zatrat i investitsiy v proekty informatsionnoy bezopasnosti predpriyatiy legkoy promyshlennosti // Industrial'naya ekonomika. – 2021. T. 2, № 2. S. 47...52.

23. Grasmik K.I., Dus' Yu.P. Innovatsii v legkoy promyshlennosti: vliyanie ekonomicheskogo krizisa // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya

Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №4. S.5...9.

24. Nidziy E.N., Chugumbaev R.R. Analiticheskoe obosnovanie strategii innovatsionnykh izmeneniy predpriyatiy legkoy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №1. S.43...49.

25. Matushkina O.E., Vishnyakova O.M., Karpushkina A.V. Optimizatsiya sredy postavok predpriyatiya legkoy promyshlennosti na osnove sravnitel'nogo analiza postavshchikov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №1. S.29...32.

Рекомендована кафедрой коммерции и сервиса  
РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 09.12.21.

УДК 65.005.5

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_85

## МЕТОДИКА АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ АКТИВОВ И ОПТИМИЗАЦИИ ИХ СТРУКТУРЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

### METHODOLOGY FOR ANALYZING THE EFFECTIVENESS OF ASSETS AND OPTIMIZING THEIR STRUCTURE AT TEXTILE INDUSTRY ENTERPRISES

*V.A. СИМОНОВА, Н. М. КВАЧ, Н.С. МАКАРОВА, И.В. АНДРОСОВА,  
Т.А. ДЖАВАДОВ, А.В. ШИЛЬЦОВА*

*V.A. SIMONOVA, N.M. KVACH, N.S. MAKAROVA, I.V. ANDROSOVA,  
T.A. DZHAVADOV, A.V. SHILTSOVA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: simonova-va@rguk.ru; kvach-nm@rguk.ru

*В современных условиях на то, что считать максимизацией благ собственников предприятия, имеются два взгляда: 1) рост капитализации компании и 2) устойчивое генерирование прибыли. Первый подход считается главенствующим. Оценка способности активов генерировать прибыль реализуется с помощью анализа их рентабельности. При этом в литературе полностью отсутствует подход к анализу активов по их способности создавать рост капитализации компании.*

*В связи с обозначенной проблемой нами предлагается оценивать эффективность каждого из активов предприятий с помощью построения регрессионной модели. После нахождения коэффициентов регрессии каждого актива мы предлагаем сформировать их структуру по принципу портфельного подхода, при котором показатель эффективности всех активов будет стремиться к максимуму, и при этом учитываются отраслевые и специфические особенности конкретного предприятия.*

*В статье приводится пример оптимизации структуры активов одного из крупнейших предприятий текстильной промышленности ООО "ТДЛ Текстиль".*

*In modern conditions, there are two views on what should be considered the maximization of the benefits of the owners of the enterprise: 1) the growth of the company's capitalization and 2) sustainable profit generation, the first approach is considered dominant. Assessment of the ability of assets to generate profits is realized by analyzing their profitability. At the same time, the literature completely lacks an approach to the analysis of assets in terms of their ability to create an increase in the company's capitalization.*

*In connection with the indicated problem, we propose to evaluate the effectiveness of each of the enterprises assets using the construction of a regression model. After finding the regression coefficients of each asset, we propose to form their structure according to the principle of the portfolio approach, in which the efficiency indicator of all assets will tend to the maximum. With this maximization, the model considers the industry characteristics and specific features of a particular enterprise.*

*The article provides an example of the structure optimization of one of the largest enterprises assets in the textile industry, TDL Textile LLC.*

**Ключевые слова:** эффективность активов, регрессионный анализ, оптимальная структура активов, капитализация компании, управление активами, управление стоимостью бизнеса.

**Keywords:** asset efficiency, regression analysis, optimal asset structure, company capitalization, asset management, business value management.

#### *Введение*

Инструментам анализа эффективности активов предприятий было посвящено большое количество работ как российских, так и зарубежных ученых. Вопросами анализа эффективности активов предприятий занимались такие ученые, как Бригхем Ю, Гапшенски Л., Ионова А.Ф., Ковалев В.В., Селезнева Н.Н., Стоянова Е.С., Шеремет А.Д., Шим Д. и другие.

Бессменные классики экономической теории Самуэльсон П. и Нордхаус У. в своем труде "Экономика" дают следующее определение экономической эффективности – это получение максимума возможных благ от имеющихся ресурсов [1].

Исходя из современных концепций финансового менеджмента, требования, выдвигаемые первичными стейкхолдерами (акционерами), которые они стремятся максимизировать, сводятся к двум базовым подходам: рост капитализации компании; устойчивое генерирование прибыли [2...4].

Проанализировав труды вышеперечисленных ученых, можно прийти к выводу, что для анализа эффективности функционирования активов предприятия используют показатели: 1) капиталоотдачи (оборачиваемости); 2) рентабельности.

Показатели оборачиваемости напрямую не связаны с прибылью и с капитализацией компании, эффективность активов оценивается через количество оборотов за период. Показателями рентабельности можно определить эффективность всех или группы активов, при этом оценить эффективность отдельных статей, например таких, как нематериальные активы, запасы или дебиторская задолженность, представляется затруднительным.

В рассмотренных трудах полностью отсутствует подход к анализу эффективности активов в рамках главенствующего на сегодняшний день требования собственников к росту капитализации компании.

В связи с указанной проблемной областью авторами предлагается оценивать эффективность каждого из видов активов предприятия с помощью создания регрессионной модели, где моделируемым показателем будут выступать требования первичных стейкхолдеров.

Одним из эффективных количественных методов прогнозирования, основанных на причинно-следственных связях между несколькими независимыми переменными и зависимой переменной, является множественная регрессия. Наиболее распространен линейный вариант множественной регрессии [5]. В эконометрике множественная регрессия используется в случаях, когда из множества факторов, влияющих на целевой показатель, нельзя выделить один доминирующий фактор и необходимо учитывать одновременное влияние нескольких факторов. Целью построения модели множественной регрессии является учет большого количества факторов, определение влияния каждого из этих факторов в отдельности и оценка совокупного воздействия исследуемых факторов на результирующий показатель [6].

#### *Методы*

В работе предложено оценивать эффективность каждого вида активов (независимых переменных  $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) с помощью нахождения их вкладов (коэффициентов регрессии  $b_1, b_2, \dots, b_n$ ) в совокупную эффективность ( $Y$ ) [7] на основе построения модели множественной регрессии:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n, \quad (1)$$

где  $X_1, X_2, \dots, X_n$  – независимые переменные (активы);  $Y$  – зависимая переменная (капитализация, прибыль);  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – коэффициенты регрессии.

Для проведения регрессионных расчетов с требованием вида регрессионного уравнения – константа ноль может быть использовано приложение Excel, вкладка "Анализ данных" / "Регрессия".

Для оптимизационных расчетов возможно использовать приложение для работы с электронными таблицами Microsoft Excel и его надстройку по автоматической

оптимизации "Поиск решения". Программа максимизирует средневзвешенную доходность активов, изменяя их доли в структуре, учитывая заданные ограничивающие условия.

#### *Результаты и обсуждения*

Методика формирования оптимальной структуры активов на примере предприятий текстильной промышленности состоит из следующих последовательных этапов, представленных на рис. 1.

1. *Определение цели первичных стейкхолдеров.* Целями стейкхолдеров могут быть как рост чистой прибыли, так и рост капитализации бизнеса.

2. *Сбор и обработка информации для построения модели.* На основе данных финансовой отчетности подготавливается таблица с агрегированными данными о размере активов предприятия, размере его чистой прибыли, данными о стоимости акций за те же периоды.

При отборе факторов рекомендуется пользоваться следующим правилом: число включаемых факторов обычно в 6...7 раз меньше объема совокупности, по которой строится регрессия (в нашем случае – это число периодов работы предприятия (кварталов), за которые берутся данные предприятия). В противном случае число степеней свободы остаточной дисперсии очень мало, а следовательно, параметры уравнения регрессии оказываются статистически незначимы, F-критерий меньше табличного значения [8].

3. *Отсев факторов модели по методу исключения.* В связи с ограничением количества факторов модели, указанных на предыдущем этапе, необходимо найти доли отдельных статей активов в их общей совокупности и отобрать активы, имеющие наибольшие доли по формуле:

$$d_i = \frac{C_i}{A} * 100, \quad (2)$$

где  $d_i$  – доля статьи  $i$  в совокупных активах;  $C_i$  –  $i$ -я статья актива баланса;  $A$  – совокупный размер активов.

После нахождения долей каждого из активов компании, отсеиваются показатели с наименьшими долями, и в итоге для рас-

чета модели остаются активы, имеющие наибольший вес в валюте баланса [9].

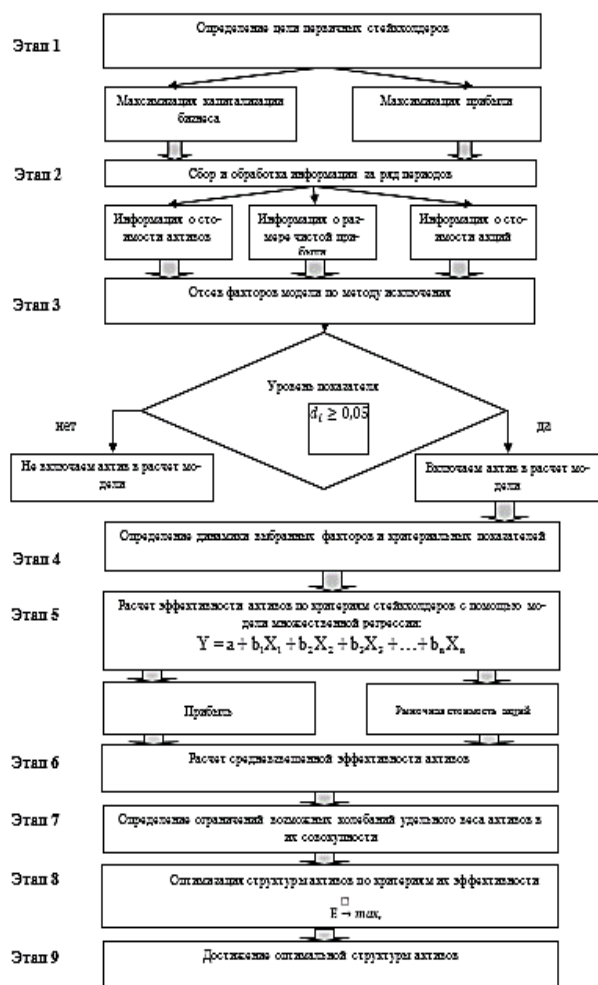


Рис. 1

#### 4. Определение динамики выбранных факторов и критериальных показателей.

На этом этапе определяется темп роста каждой статьи по отношению к ее изначальному (базисному) значению по формуле:

$$I_i = \frac{C_{ij}}{C_{i0}}, \quad (3)$$

где  $I_i$  – темп роста статьи актива  $i$ ;  $C_{ij}$  – значение  $i$ -й статьи актива за  $j$ -й год;  $C_{i0}$  – базисное значение  $i$ -й статьи актива.

Аналогично определяются темпы роста критериальных показателей, выбираемых исходя из целей собственников предприятия. Если во главе целеполагания стоит рост капитализации компании, то рассчитывается темп роста рыночной стоимости

акций; если максимизация прибыли – рассчитывается темп роста чистой прибыли.

#### 5. Расчет эффективности активов.

Для определения эффективности каждого вида активов по целям стейкхолдеров проводятся расчеты множественной регрессии, в которых независимыми переменными  $X_1, X_2, \dots, X_n$  являются темпы роста активов, отобранные на этапе 3 и рассчитанные на этапе 4. Зависимой переменной  $Y$  в модели являются темпы роста чистой прибыли или темпы рыночной стоимости акции [9].

После проверки качества модели и ее надежности необходимо оценить полученные значения коэффициентов регрессии, которые показывают вклад каждого вида отобранных на этапе 3 активов в максимизацию прибыли (или капитализации) предприятия. Таким образом, можно считать, что значения полученных коэффициентов регрессии показывают эффективность каждого актива, отобранного в модель [10].

Апробация предложенной методики проведена на примере данных публичной финансовой отчетности крупнейшего текстильного предприятия Ивановской области ООО "ТДЛ Текстиль" за 2011-2020 годы.

Спецификой текстильной отрасли России являются: высокий уровень концентрации акций у одного владельца; закрытость информации о стоимости акций; отсутствие размещения акций публичных компаний отрасли на бирже [11], [12]. В связи с этим авторами предложена модель зависимости чистой прибыли предприятия от его значимых активов. Проанализировав данные предприятия по предлагаемой методике, была получена следующая регрессионная модель зависимости его чистой прибыли от активов:

$$Y = -0,54x_1 + 0,28x_2 + 0,02x_3 + 0,63x_4, \quad (4)$$

где  $Y$  – чистая прибыль;  $x_1$  – внеоборотные активы;  $x_2$  – запасы;  $x_3$  – дебиторская задолженность;  $x_4$  – финансовые вложения.

В результате расчетов была выявлена обратная зависимость внеоборотных акти-



вов и чистой прибыли. Выбор такого укрупненного показателя, как внеоборотные активы, без детализации этого раздела баланса, связан с тем, что их доля на текстильных предприятиях невелика, а на исследуемом предприятии средняя доля внеоборотных активов в активах за исследуемый период составляет 5,68%. Коэффициент регрессии внеоборотных активов имеет отрицательную величину и составляет – 0,54. Это сопряжено с тем, что многие основные средства предприятия имеют высокий уровень физического и морального износа, что отрицательно влияет на возможность генерировать предприятием стабильную прибыль.

Наибольшее положительное влияние на прибыль оказывает рост финансовых вложений, что представляется вполне логичным, поскольку продуманный инвестиционный портфель предприятия приносит значительно более высокую доходность по сравнению с рентабельностью всех операций ООО "ТДЛ Текстиль", которые за 2020 г. составили 6,87%, что не намного

превышает ключевую ставку Банка России, которая за 2020 г. колебалась от 6,25% в начале года до 5,25% к концу года.

Также, исходя из построенной модели, можно сказать, что наращивание предприятием дебиторской задолженности и запасов оказывает положительное влияние на рост прибыли предприятия.

6. *Расчет средневзвешенной эффективности активов.* На основании полученных данных и используя формулу (5) была рассчитана средневзвешенная эффективность активов (табл. 1) как сумма произведений удельного веса каждого актива на его эффективность (коэффициент регрессии) [9]:

$$\bar{E} = \sum_{i=1}^n d_i dE_i, \quad (5)$$

где  $\bar{E}$  – средневзвешенная эффективность активов;  $d_i$  – фактическая доля  $i$ -го вида актива в валюте баланса;  $E_i$  – коэффициент регрессии  $i$ -го вида актива.

Т а б л и ц а 1

Показатель	Коэффициент регрессии	Фактическая доля актива	Вклад актива в фактическую эффективность	Оптимальная доля актива	Вклад актива в эффективность при оптимальной структуре активов
Внеоборотные активы	-0,54	5,80	-3,14	4,46	-2,42
Запасы	0,28	40,68	11,43	57,75	16,23
Дебиторская задолженность	0,02	47,16	1,10	58,27	1,36
Финансовые вложения	0,64	6,36	4,05	15,16	9,65
Средневзвешенная эффективность активов			13,43		24,81

7. *Определение ограничений возможных колебаний удельного веса активов в их совокупности.* На этом этапе стейк-холдерам необходимо установить минимальные и максимальные ограничения возможного диапазона колебаний доли каждого актива с учетом специфики принадлежности предприятия к отрасли текстильной промышленности, особенности деятельности конкретного предприятия, тре-

бования к ликвидности и платеже-способности активов [10].

На примере ООО "ТДЛ Текстиль" минимальные и максимальные размеры долей активов определены, исходя из их колебаний в валюте баланса за исследуемые периоды работы.

8. *Оптимизация структуры активов.* Исходя из рассматриваемых критериев оптимизации активов (требований стейкхол-

дерев), их средневзвешенная эффективность должна стремиться к максимуму.

$$\bar{E} \rightarrow \max. \quad (6)$$

Определив коэффициент регрессии (эффективность) каждого вида активов, можно найти их оптимальные доли в структуре баланса, при которых средневзвешенная эффективность активов будет максимальной.

При такой оптимизации необходимо учитывать возможные максимальные и минимальные значения долей активов в их структуре, определенные на этапе 7. Для оптимизации расчетов возможно использовать приложение для Microsoft Excel, надстройка "Поиск решения".

Оптимальная структура с целью максимизации эффективности активов приведена в табл. 1. Как видно, средневзвешенная эффективность активов при оптимальной структуре заметно выше, чем при фактической.

9. *Достижение рассчитанной оптимальной структуры активов.*

На этом этапе проводятся действия по перераспределению стоимости в различные виды активов до достижения стратегически запланированной оптимальной их структуры. Формирование оптимальной структуры должно проводиться поэтапно, по схеме: изменение – достижение – поддержание [9].

## ВЫВОДЫ

Авторами предлагается методика анализа, взаимоувязывающая активы предприятия и показатели его капитализации с помощью регрессионной модели. На основе полученных коэффициентов регрессии значимых активов предприятия авторы предлагают сформировать такую их структуру, при которой общая эффективность активов будет стремиться к максимуму с учетом наложенных отраслевых и специфических ограничений.

Практическое использование методики позволит расширить круг методов финан-

сового анализа деятельности предприятия, определить степень влияния активов на показатели, требуемые стейкхолдерами.

Следует отметить, что предложенная методика анализа и оптимизации активов предприятий текстильной промышленности является наиболее общей и универсальной и может быть уточнена в каждом конкретном случае.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Самуэльсон П., Нордхаус У. Экономика. – М.: Вильямс, 2018.
2. Ван Хорн Д., Вахович Д. Основы финансового менеджмента. – М.: Диалектика, 2020.
3. Бригхем Ю., Эрхардт М. Финансовый менеджмент – СПб: Питер, 2009.
4. Джэй К. Шим, Джойл Г. Сигел. Основы бюджетирования и больше. – М.: Вершина, 2007.
5. Рубаишкин Г.В. Прогнозирование объемов продаж промышленных предприятий на основе моделей множественной линейной регрессии // Экономический анализ: теория и практика. – 2006, №8(65). С.51...57.
6. Гусарова О.М. Аналитический аппарат моделирования корреляционно-регрессионных зависимостей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016, №8-2. С.219...222.
7. Shyti Bederiana, Isa Ilva, Paralloi Silvana. Multiple Regressions for the Financial Analysis of Albanian Economy//Academic Journal of Interdisciplinary Studies. – Vol 5, № 3 S1, 2016, December 2016 - Special Issue.
8. Удинцова Н.М., Контева Н.А. Эконометрика. – Часть 2: Множественная регрессия и корреляция в эконометрических исследованиях. – Зерноград, 2016.
9. Симонова В.А. Оценка эффективности и оптимизация бизнес-процессов предприятий пищевой промышленности // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2012, №2. С. 177...183.
10. Симонова В.А. Методы оптимизации технологических активов бизнес-процессов промышленных предприятий // Транспортное дело России. – 2010, №5. С. 68...71.
11. Ключевые проблемы развития легкой промышленности в России и способы их преодоления / Отв. ред. сер. В. В. Радаев; Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики"; Лаб. экон.-социол. исслед. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013.
12. Колодяжный С.А., Круглякова В.М. Факторы, влияющие на стоимость предприятий текстильной промышленности в нестабильных экономических условиях – структура и особенности информационного обеспечения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №1. С.232...239.

## REFERENCES

1. Samuelson P., Nordhaus U. *Ekonomika*. – M.: Vil'yams, 2018.
2. Van Khorn D., Vakhovich D. *Osnovy finansovogo menedzhmenta*. – M.: Dialektika, 2020.
3. Brighem Yu., Erhardt M. *Finansovyi menedzhment – SPb: Piter*, 2009.
4. Dzhaï K. Shim, Dzhoïl G. Sigel. *Osnovy byudzhetrovaniya i bol'she*. – M.: Vershina, 2007.
5. Rubashkin G.V. *Prognozirovaniye ob'emov prodazh promyshlennykh predpriyatii na osnove modely mnozhestvennoy lineynoy regressii // Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*. – 2006, №8(65). S.51...57.
6. Gusarova O.M. *Analiticheskiy apparat modelirovaniya korrelyatsionno-regressionnykh zavisimostey // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. – 2016, №8-2. S.219...222.
7. Shty Bederiana, Isa Ilva, Paralloi Silvana. *Multiple Regressions for the Financial Analysis of Albanian Economy // Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. – Vol 5, № 3 S1, 2016, December 2016 - Special Issue.
8. Udintsova N.M., Kopteva N.A. *Ekonometrika*. – Chast' 2: Mnozhestvennaya regressiya i korrelyatsiya v ekonometriceskikh issledovaniyakh. – Zernograd, 2016.
9. Simonova V.A. *Otsenka effektivnosti i optimizatsiya biznes-protsessov predpriyatii pishchevoy promyshlennosti // Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO*. – 2012, №2. S. 177...183.
10. Simonova V.A. *Metody optimizatsii tekhnologicheskikh aktivov biznes-protsessov promyshlennykh predpriyatii // Transportnoye delo Rossii*. – 2010, №5. S. 68...71.
11. *Klyuchevye problemy razvitiya legkoï promyshlennosti v Rossii i sposoby ikh preodoleniya / Otv. red. ser. V. V. Radaev ; Nats. issled. un-t "Vysshaya shkola ekonomiki"; Lab. ekon.-sotsiol. issled.* — M.: Izd. dom Vyssheï shkoly ekonomiki, 2013.
12. Kolodyazhnyy S.A., Kruglyakova V.M. *Factory, vliyayushchie na stoimost' predpriyatii tekstil'noy promyshlennosti v nestabil'nykh ekonomicheskikh usloviyakh – struktura i osobennosti informatsionnogo obespecheniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2017, №1. S.232...239.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 23.12.21.

УДК 677.21

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_91

## ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ НА РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## IMPACT OF THE PANDEMIC ON THE DEVELOPMENT OF THE TEXTILE INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

*Ж.Т. АЛИЕВА, А.А. КАМАЛОВ, Д.С. ЖАКИПБЕКОВА,  
И.А. СУЛЕЙМЕНОВА, А.М. ЕСИРКЕПОВА*

*ZH.T. ALIYEVA, A.A. KAMALOV, D.S. ZHAKIPBEKOVA,  
I.A. SULEIMENOVA, A.M. YESSIRKEPOVA*

**(Университет "Нархоз", Республика Казахстан,  
Центрально-Азиатский инновационный университет, Республика Казахстан,  
Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова, Республика Казахстан,  
Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан)**

**(Narxoz University, Republic of Kazakhstan,  
Central Asian Innovation University, Republic of Kazakhstan,  
M.Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,  
Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan)**

E-mail: essirkepova@mail.ru

***Пандемия оказала свое влияние на развитие всех отраслей экономики, в том числе и на развитие текстильной промышленности. Какие изменения произошли в текстильной отрасли Казахстана за время пандемии и какие предпосылки для роста можно выявить, исходя из данного опыта, является***

*целью данной статьи. В статье приведена динамика производства текстильных и сопутствующих изделий, которые показали и положительный, и отрицательный рост. Сделан вывод о том, что в Казахстане сформировалась двойственная ситуация, когда рынок сбыта товаров текстильной промышленности разделился на два сектора. При этом каждый сектор имеет свои ограничения, принципы развития и удельный вес в общей массе производимых товаров. Низкий уровень платежеспособности населения после последствий пандемии оказывает негативное влияние на возможность расширения ассортиментной линейки казахстанских товаров на рынке легкой промышленности. Основными причинами сложившейся обстановки являются недостаточные темпы роста национальной экономики. Вместе с тем необходимо отметить и имеющиеся положительные факторы, способные оказать позитивное влияние на уровень развития сектора легкой промышленности. К ним относятся механизмы, активированные на уровне государства и нацеленные на получение продукции инновационного содержания.*

*The pandemic has had an impact on the development of all sectors of the economy, including the development of the textile industry. However, the fact remains that not all industries of the Republic of Kazakhstan have suffered as a tourism industry. What changes have occurred in the textile industry of Kazakhstan during the pandemic and what prerequisites for growth can be identified based on this experience is the purpose of this article. The article presents the dynamics of the textile and related products production, which showed both positive and negative growth. It is concluded that a dual situation has formed in Kazakhstan, when the market for textile industry goods has been divided into two sectors. At the same time, each sector has its own limitations, principles of development and specific weight in the total mass of goods produced. The low level of solvency of the population after the consequences of the pandemic has a negative impact on the possibility of expanding the assortment of Kazakhstani goods in the light industry market. The main reasons for the current situation are both insufficient growth rates of the national economy. At the same time, it is necessary to note the existing positive factors that can have a positive impact on the level of development of the light industry sector. These include mechanisms activated at the state level and aimed at obtaining products of innovative content.*

**Ключевые слова:** пандемия, текстильная промышленность, Республика Казахстан, положительная динамика, отрицательный рост.

**Keywords:** pandemic, light industry, regional economy, Republic of Kazakhstan, positive dynamics, negative growth.

#### *Введение*

Прежде чем приступим к рассмотрению вопросов развития текстильной промышленности во время пандемии, кратко остановимся на основных показателях развития страны. За прошедший период членства товарооборот РК с партнерами возрос, увеличившись в два раза в сравнении с начальным периодом [1]. Формирование общего рынка на базе ЕАЭС позволило странам-

членам союза повысить свою инвестиционную привлекательность, в том числе и Казахстану [2]. В настоящее время Республика Казахстан на международной арене занимает лидирующие позиции на рынке по числу проводимых реформ в экономике. За прошедший период страна успешно провела 19 реформ, в том числе налоговой и финансовой сферы экономики, заняв сорок второе место в международном рейтинге.

Активизировалась работа по разработке нормативных актов, целью которых должно стать снижение уровня влияния государства на сферу предпринимательства. Основой развития текстильной промышленности Казахстана может стать тот факт, что сельское хозяйство страны способно в полном объеме обеспечить отрасль сырьем необходимого качества [3]. Существуют определенные предпосылки для РК, способные увеличить потенциал текстильной промышленности страны. К ним относятся принимаемые меры государственной поддержки отрасли, имеющиеся наработки и заделы в производстве, а также квалификация персонала.

Происходящие в экономической среде процессы, так или иначе, взаимосвязаны между собой. Не всегда существует возможность проследить эти взаимосвязи в связи с тем, что они имеют как прямой, так и косвенный характер. Различные факторы оказывают ту или иную степень воздействия на имеющиеся экономические параметры взаимодействия сложной производственной системы. В связи с этим представляется актуальным рассмотреть влияние пандемии на развитие текстильной промышленности на примере Республики Казахстан.

#### *Методы*

Методами исследования явились сравнение, структурный анализ, а также абстрактно-логические методы. Данные, используемые для проведения исследования в данной статье, были взяты из открытых источников. В статье приведены статистические данные о современном состоянии текстильной промышленности в Республике Казахстан.

#### *Результаты и обсуждения*

В период до пандемии в Казахстане объемы производства увеличивались, однако темпы прироста оставались незначительными [4]. При этом ежегодно увеличивался объем импортных потоков, в особенности текстильных изделий на основе шерсти [5]. Наилучшие показатели в период до пандемии показали отрасли производства текстильных изделий, нестабильную динамику – производство одежды [6]. Вслед-

ствие этого сложилась ситуация, когда отечественные товаропроизводители, при имеющихся производственных мощностях, а также собственном сырье, обеспечивают внутренний рынок только на 10...15%. Остальное приходится на иностранные поставки. При этом качество зарубежных товаров ниже, чем отечественных, однако цена является более предпочтительным фактором при выборе покупателей. И именно ценовой фактор влияет на объемы сбыта, а также уровень конкуренции на рынке текстильной промышленности РК. В допандемийный период сложилась ситуация, при которой отечественные производители были вынуждены сокращать свои поставки на внутренний рынок, неся убытки и сокращая рабочие места, тогда как экспансия зарубежных товаров приобрела с каждым годом все больший масштаб. Поставки товаров текстильной промышленности по сниженным ценам при низком качестве товара позволили зарубежным поставщикам выйти на значительные объемы сбыта, что явилось еще одним преимуществом, заключающемся в том, что при больших объемах сбыта появляется возможность установить минимальную наценку, существенно сэкономив на закупках сырья по оптовым ценам. Сыграл эффект масштаба, при котором иностранным предприятиям не надо было улучшать качество товара или изыскивать новые каналы сбыта.

В этих условиях для отечественных производителей текстильной промышленности сокращался горизонт для проведения стратегических и тактических программ, целью которых должно было стать увеличение доли присутствия на рынке отечественных ритейлеров. Наступивший в 2020 г. период ковидных ограничений отразился и на предприятиях текстильной промышленности. Однако следует отметить, что в пандемийный год в Республике Казахстан текстильная промышленность и сопутствующие отрасли показали рост на фоне снижения динамики в целом по промышленности (рис. 1 – объемы производства текстильных изделий, млн. тенге, источник [7]).



Рис. 1

Производство изделий текстильной промышленности показавшее положительную динамику в 2020 г., представлено на рис. 2 (источник [7]).

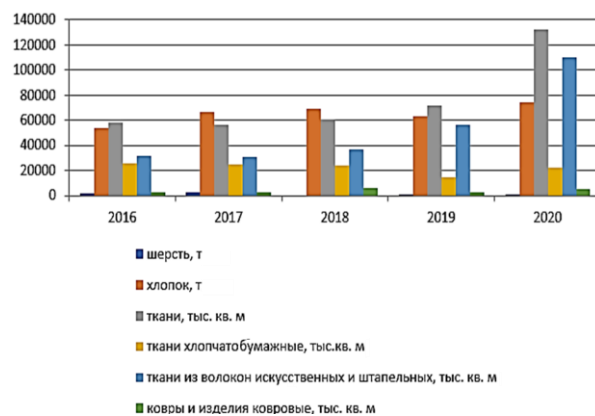


Рис. 2

Производство изделий текстильной промышленности, показавшее отрицательную динамику в 2020 г., представлено в виде табл. 1.

Таблица 1

Наименование изделий	Годы	2016	2017	2018	2019	2020	2020/ 2016	2020/ 2019
Пряжа и швейные нитки, хлопчатобумажные, т		5967	4142	-	-	3948	66,16	-
Войлок, тонн		189	132	146	140	92	48,68	65,71
Ткани ворсовые, ткани махровые и ткани специальные прочие, тыс. кв. м		675	323	-	796	-	-	-
Белье постельное, тыс. штук		3037,3	3622,70	5576,7	8131,6	8129,4	267,65	99,97
Войлок, т		189	132	146	140	92	48,68	65,71
Обувь валяная и фетровая, тыс. пар		114	57,8	48,8	56,1	33,3	29,21	59,36

Примечание: Источник: [7].

Вследствие активных действий Правительства РК, целью которых была поддержка отечественных предприятий текстильной промышленности на внутреннем рынке в условиях пандемии, в настоящее время можно говорить о стабилизации стадии экономического роста. Вследствие своевременно разработанных и внедренных механизмов защиты внутреннего рынка, а также программы импортозамещения Казахстан в настоящее время находится на более выгодной позиции [8]. Исходя из имеющегося потенциала, можно предположить, что страна способна войти в число государств, являющихся полноправными членами мирового экономического сообщества в данной отрасли. Достижение этой цели требует принятия масштабных мер стабилизации экономики. В этих условиях текстильная промышленность, обла-

дающая мощным стратегическим потенциалом, способна стать локомотивом роста экономики регионов страны. Поэтому она выделена в особое направление и отнесена к семерке развития наиболее перспективных кластеров, так как кластеризация позволяет мобилизовать все имеющиеся ресурсы, а также факторов развития, соединив их в единое целое на основе внедрения эффективного механизма функционирования отрасли [9], [10].

К имеющимся конкурентным преимуществам, которыми обладает текстильная промышленность РК, можно отнести территориальную приближенность производителей высококачественного хлопка, к которым относятся такие страны, как Узбекистан, Таджикистан и Туркменистан. Территориально Казахстан обладает перманентным преимуществом перед другими стра-

нами региона, заключающимся в расположении страны на пересечении транспортно-логистических путей, соединяющих восток и запад, Азию и Европу. Данное преимущество позволяет выйти на внешние рынки сбыта, не прилагая дополнительных усилий по внедрению в транспортные и товарные потоки. Помимо этого появляется возможность не только участвовать в торгово-транспортных операциях, но и получать дополнительный доход в виде платы за пользование торговыми путями от других стран. В отношении текстильной промышленности это может стать детерминирующим фактором роста, основанном как на близости основных поставщиков высококачественного хлопка, так и на компактности расположения предприятий, перерабатывающих сырье в готовую продукцию. Данная ситуация позволяет внедрить кластерную модель развития отрасли, способную с максимальной отдачей удовлетворить потребности текстильной промышленности, выведя ее на качественно новый уровень развития.

## ВЫВОДЫ

Подводя итоги, необходимо отметить, что постепенно в Казахстане сформировалась двойственная ситуация, когда рынок сбыта товаров текстильной промышленности разделился на два сектора. При этом каждый сектор имел свои ограничения, принципы развития и удельный вес в общей массе производимых товаров. Речь идет о внутреннем разделении сферы текстильной промышленности согласно товарному ассортименту. Предприятия, специализирующиеся на производстве товаров для масс-маркета (или товаров повседневного спроса), понесли значительные убытки вследствие принимаемых ограничений на перемещение людей и товаров на рынке. Закрытие границ, сокращение поставок, нарушение цепей логистики, снижение уровня платежеспособного спроса, привели к негативным последствиям для производителей, работающих в сфере выпуска одежды и обуви для населения. Государства всего мира в этих условиях вынуж-

дены были принимать срочные меры по поддержке данных производителей в связи с той значимостью, которую имеет данная сфера для экономической безопасности страны. В то же время существовал и другой сектор производства товаров текстильной промышленности – это сектор производителей спецодежды, а также медицинских костюмов и СИЗ. Именно данный сектор показал неплохие показатели по объемам сбыта, результативности вложенных средств, а также уровне рентабельности отрасли. В дальнейшем такой перекоп по объемам сбыта внутри отрасли, вследствие снятия ковидных ограничений, постепенно нивелируется. Отложенный спрос на товары повседневного спроса позволит нарастить поставки товаров текстильной промышленности, тогда как спрос на специфические виды в виде медицинских спецсредств постепенно снизится. Однако даже снизившись, темпы роста спроса на медицинские костюмы и СИЗ будут выше допандемийного периода, что обусловлено спецификой проводимых мер защиты населения на посткарантинном этапе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Холодков В.М. и др.* Евразийский экономический союз: проблемы развития и отношение к ЕАЭС в Центральной Азии // Проблемы национальной стратегии. – 2019, № 1. С. 9...57.
2. *Мигранян А.А.* Казахстан в ЕАЭС: торгово-экономические эффекты // Вестник Института экономики РАН. – 2019, № 4.
3. *Myrkhalyskov Zh.U., Tulemetova A.S., Mashirova T.N., Temirova Zh., Yessirkepova A.M.* Improving efficiency of cotton industry in the republic of Kazakhstan as a source of raw material base of the textile industry // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2017, №6. P. 70...78.
4. *Pazilov G.A., Ivashchenko K.P., Bimendiyeva L.A., Kalmenova M.T., Yessirkepova A.M.* Management of innovative activity of the textile enterprises of Kazakhstan // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2019, №1. P. 135...142.
5. *Durru D.K., Yessirkepova A.M., Parmanova R.S., Duisembekova G.R., Durru O.* The development of institutional support system for the textile industry // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2019, №1. P. 75...83.

6. *Марденова Л.М.* Анализ современного состояния легкой промышленности Республики Казахстан //Евразийское Научное Объединение. – 2019, № 11-4. С. 299...302.

7. Промышленность Республики Казахстан. 2016-2020. Статистический сборник. - Нур-Султан, 2021. – 201 с. -<https://stat.gov.kz/edition/publication/collection>

8. *Даржокова Д.Д., Курмангалиева Д.Б.* Легкая промышленность Казахстана: проблема импортозамещения //Наука и образование сегодня. – 2018, № 6 (29).

9. *Литвинов Д., Лагодиев В.* Региональные кластерные структуры при формировании стратегии диверсификации деятельности предприятий аграрного сектора //Проблемы и вызовы экономики региона в условиях глобализации. – 2020, С. 149...152.

10. *Положенцева Ю.С.* Управление дифференциацией социально-экономических систем регионов на основе мобилизации внутренних и привлечения внешних ресурсов развития //Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. Т. 21, №. 2. С. 137...149.

#### REFERENCES

1. Kholodkov V.M. i dr. Evraziyskiy ekonomicheskii soyuz: problemy razvitiya i otnoshenie k EAES v Tsentral'noy Azii //Problemy natsional'noy strategii. – 2019, №. 1. S. 9...57.

2. Migranyan A.A. Kazakhstan v EAES: torgovoeconomicheskies effekty //Vestnik Instituta ekonomiki RAN. – 2019, №. 4.

3. Myrkhalikov Zh.U., Tulemetova A.S., Mashirova T.N., Temirova Zh., Yessirkepova A.M. Improving efficiency of cotton industry in the republic of Kazakhstan as a source of raw material base of the textile industry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh

Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №6. P. 70...78.

4. Pazilov G.A., Ivashchenko K.P., Bimendiyeva L.A., Kalmenova M.T., Yessirkepova A.M. Management of innovative activity of the textile enterprises of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №1. P. 135...142.

5. Durru D.K., Yessirkepova A.M., Parmanova R.S., Duisembekova G.R., Durru O. The development of institutional support system for the textile industry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №1. P. 75...83.

6. Mardenova L.M. Analiz sovremennogo sostoyaniya legkoy promyshlennosti Respubliki Kazakhstan //Evraziyskoe Nauchnoe Ob"edinenie. – 2019, № 11-4. S. 299...302.

7. Promyshlennost' Respubliki Kazakhstan. 2016-2020. Statisticheskiy sbornik. - Nur-Sultan, 2021. – 201 s. -<https://stat.gov.kz/edition/publication/collection>

8. Darzhokova D.D., Kurmangaliev D.B. Legkaya promyshlennost' Kazakhstana: problema importozameshcheniya //Nauka i obrazovanie segodnya. – 2018, № 6 (29).

9. Litvinov D., Lagodienko V. Regional'nye klasternye struktury pri formirovani strategii diversifikatsii deyatel'nosti predpriyatii agrarnogo sektora //Problemy i vyzovy ekonomiki regiona v usloviyakh globalizatsii. – 2020, S. 149...152.

10. Polozhentseva Yu.S. Upravlenie differentsiatsiyei sotsial'no-ekonomicheskikh sistem regionov na osnove mobilizatsii vnutrennikh i privlecheniya vneshnikh resursov razvitiya //Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. – 2017. T. 21, №. 2. S. 137...149.

Поступила 18.01.22.



**ВНЕШНЕТОРГОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ  
ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**  
**FOREIGN TRADE RELATIONS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN TEXTILE  
INDUSTRY ENTERPRISES**

*А.М. ЕСИРКЕПОВА, П.Т. БАЙНЕЕВА, З.У. КУДАЙБЕРГЕНОВА,  
Э. ДОСМУРАТОВА, Б.С. БЕРДИЯРОВА*

*A.M. YESSIRKEPOVA, P.T. BAINEYEVA, Z.U. KUDAYBERGENOVA,  
E. DOSMURATOVA, B.S. BERDIYAROVA*

**(Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан,  
Центрально-Азиатский инновационный университет, Республика Казахстан,  
Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова, Республика Казахстан,  
Университет Акдениз, Турецкая Республика)**

**(Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan,  
Central Asian Innovation University, Republic of Kazakhstan,  
M.Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,  
Akdeniz Üniversitesi, Republic of Turkey)**

E-mail: [essirkepova@mail.ru](mailto:essirkepova@mail.ru)

*Внешнеторговые отношения относятся к одной из разновидностей связи, посредством которой осуществляется взаимовыгодный обмен между производителями продукции из разных стран. При этом происходит формирование сферы обращения внешнеторговой деятельности, принимающей характер коммерческого договора на поставку. Однако в условиях пандемии развитие внешнеторговых отношений значительно изменилось. Внешняя торговля основана на совокупности операций, охватывающих различные виды производственной деятельности. Данная совокупность основана на внедрении приемов и механизмов, способных обеспечить эффективность в процессе осуществления внешнеторговых операций. Основу формирования подобного механизма составляют внешнеторговые отношения. В статье приведены данные по экспорту и импорту текстильных изделий, а также приведен баланс производства и потребления продуктов текстильной отрасли. Все данные приводятся с выделением стран СНГ из общего списка стран, с которыми имеются внешнеторговые отношения. По результатам проведенного исследования представилось возможным сформировать факторы, оказывающие негативное воздействие на уровень развития внешнеторговых отношений в текстильной сфере в условиях пандемии.*

*Foreign trade relations are one of the types of communication through which mutually beneficial exchange is carried out between producers of products from different countries. At the same time, the sphere of foreign trade activity circulation is being formed, which takes on the character of a commercial supply contract. However, in the context of the pandemic, the development of foreign trade relations has changed significantly. Foreign trade is based on a set of operations covering various types of production activities. This set is based on the introduction of techniques and mechanisms that can ensure efficiency in the process of foreign trade operations. The basis for the formation of such a mechanism is foreign trade relations. The*

*article presents data on the export and import of textile products, as well as the balance of production and consumption of textile products. All data are given with the allocation of Union of Independent States countries from the general list of countries with which there are foreign trade relations. According to the results of the study, it was possible to form factors that have a negative impact on the level of foreign trade relations development in the textile sector in the context of a pandemic.*

**Ключевые слова:** внешнеторговые отношения, перспективы развития, экспорт, импорт, текстильная промышленность, внешнеторговый оборот, баланс производства и потребления.

**Keywords:** foreign trade relations, development prospects, export, import, textile industry, foreign trade turnover, balance of production and consumption.

### *Введение*

Объем и географические масштабы экспортно-импортных потоков страны являются одними из главных показателей развития ее экономики, формируя ее нишу на мировом рынке труда, а также свидетельствуют об уровне востребованности ее продукции среди партнеров. Исходя из этого, изучение внешнеторговых отношений в динамике, за определенный промежуток времени является важным с позиции понимания происходящих в стране экономических процессов.

Исходя из мирового опыта, внешнеторговые отношения носят коммерческий характер. Регистрация взаимоотношений, формирующихся в процессе взаимодействия на рынке участников внешнеторговых сделок, имеет юридический характер и закреплена в соответствующих нормативных актах мирового значения [1]. При этом обязательной регистрации подлежат практически все сделки, не только образующие пулы предпринимателей из различных стран, но и их сделки, что ведет в конечном итоге к упорядочению внешнеторговых отношений, а также к формированию института гарантирования сделок на международном уровне [2]. Характерной особенностью подобного вида сделок является то, что они в процессе движения от производителя к потребителю, способны пересекать границы государств, причем не единожды. Все это накладывает определенные обязательства как на производителей, так и на конечных потребителей, приводя в конеч-

ном итоге к необходимости разработки эффективного механизма, способного учесть в своей работе все требования к международной торговле в нескольких направлениях, а также на перспективу.

### *Методы*

Методами исследования явились структурный анализ, а также графические и абстрактно-логические методы.

### *Результаты и обсуждения*

По-прежнему основными рынками сбыта текстильной продукции Казахстана являются Китай (39,4%), Россия (37,4%), Кыргызстан (5,2%), Италия (4,8%), Литва (4,4%), Узбекистан (1,5%). При этом на рынке страны более тридцати предприятий легкой промышленности Казахстана относятся к экспортерам текстильной продукции [3].

К основным поставщикам текстильных товаров на территорию Казахстана относятся такие страны, как Россия, Турция и Китай. Совокупный удельный вес их в общем объеме продаж находится на уровне не менее 60% от общего оборота. Однако внутри структуры поставок в разрезе стран наблюдаются динамичные изменения, если смотреть по данным за последнее десятилетие. Если ранее в 2012 г. первенство удерживал Китай, занимая не менее 48% в 2012 г., то уже к 2019 его доля резко сократилась до 17% от общих объемов рынка [4]. Обратную динамику показывают импортные потоки текстиля, поступающие из России. Если в том же 2012 г. их объем не превышал 11% от общего объема, то уже к

2019 возрос до 27%. При этом по абсолютным показателям объем экспорта текстильных изделий в сравнении с объемом импорта в 2019 г. превышал показатель в 11 раз. Казахстан производит текстильные товары на экспорт для таких стран, как Россия (80%), Кыргызстан (10%) и Беларусь (3%). Значительный рост удельного веса экспорта наблюдается именно в последнее десятилетие, что обусловлено принятыми мерами по поддержке отрасли на уровне государства [5]. В сравнении с 2015 г. показатели импорта и экспорта к 2019 г. увеличились в 1,5 раза. Однако 2020 г. принес коррективы в планы предприятий текстильной отрасли, как Казахстана, так и других стран.



Рис. 1

Динамика изменения экспорта и импорта текстильных изделий Республики Казахстан с 2015 г. до пандемийного 2020 г. представлены на рис. 1 (экспорт текстильных изделий из Республики Казахстан, млн долл; источник [6]) и 2 (импорт текстильных изделий в Республику Казахстан, млн долл; источник [6]).

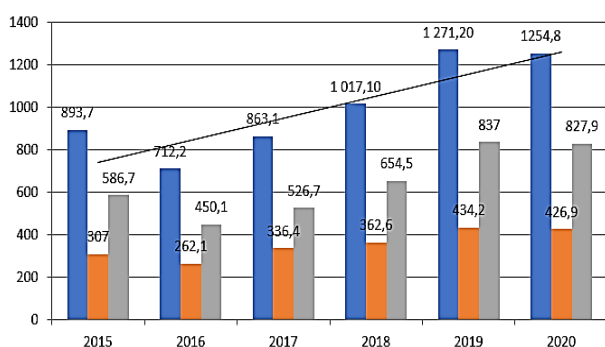


Рис. 2

В 2020 г. запущена программа поддержки экспорта для предприятий пищевой

и легкой промышленности. Целью ее является организация логистической цепи поставок от казахстанского производителя до зарубежного потребителя, что призвано оказать значительное влияние на экспортные потоки данных отраслей экономики.

Отечественные предприятия уже сейчас способны покрыть своими объемами производства значительную часть рынка готовой продукции текстильной отрасли. Однако в экспортной линейке данные номенклатурные позиции либо вообще не представлены, либо представлены очень в ограниченном количестве. Эксперты называют онлайн-продажи как один из самых перспективных направлений развития казахстанского рынка текстиля. В настоящее время, благодаря предпринятым усилиям Министерства торговли и интеграции РК, порядка 13 отечественных предприятий текстильной промышленности продвигают свою продукцию через международную электронную платформу Alibaba на мировые рынки, выдерживая все стандарты качества по заявленным позициям [7]. Если привести баланс ресурсов и использования хлопчатобумажных тканей за последние 5 лет, можно увидеть, что картина не однозначная (рис. 3 – экспорт и импорт хлопчатобумажных тканей РК, млн. кв. м, источник [8]).



Рис. 3

Из рисунка видно, что в 2020 г. по сравнению с 2019 г. объемы производства увеличились более чем в 1,5 раза, а импорт снизился в два раза. Необходимо отметить, что из них из стран СНГ увеличилось на 40%. Баланс ресурсов и использования шерстяных тканей РК приведен на рис. 4 (источник [8]).



Рис. 4

Необходимо отметить, что неуклонно возрастает уровень заинтересованности мировых поставщиков текстиля в казахстанском рынке сбыта. Ежегодно на казахстанском рынке появляются все новые представительства мировых брендов, пользующиеся популярностью и на внутреннем рынке сбыта. Одновременно с этим мировые производители текстильных изделий все более проявляют заинтересованность в продукции, выпущенной на территории Казахстана. Этому способствует самобытный стиль, а также национальный колорит, которые приносят в свои изделия отечественные производители текстильных изделий. Помимо этого наблюдается повышение спроса на отечественные текстильные изделия и на внутреннем рынке, что свидетельствует об укреплении казахстанского бренда, способного производить качественные текстильные изделия, отвечающие всем требованиям конечных потребителей. К таким изделиям относятся ковровые изделия (рис. 5 – экспорт и импорт ковров и ковровых изделий в РК, а также их потребление на внутреннем рынке, тыс. кв. м; источник [8]).

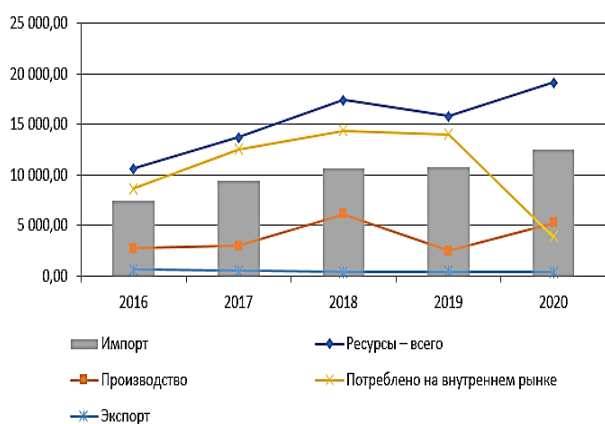


Рис. 5

Министерство индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан с целью оказания поддержки деятельности предприятий текстильной промышленности организовало профильные ведомства и структуры, нацеленные на поддержку предприятий текстильной сферы, занятых в экспортно-импортном обмене. Помимо этого отечественным предприятиям-экспортерам оказывается помощь в виде экспортных преференций. На данный момент осуществляют свою деятельность специализированные агентства, нацеленные на оказание поддержки и возмещение затрат предприятиям, преодолевающим барьеры выхода на международные рынки сбыта казахстанского текстиля [9]. Таким образом, уже сейчас созданы достаточно эффективные механизмы, способные осуществить поддержку отечественных товаропроизводителей текстильных изделий на мировом рынке сбыта. Но, несмотря на прилагаемые меры поддержки, в отрасли существует ряд нерешенных проблем, замедляющих процесс роста в данном секторе экономики страны. Дестабилизирующим фактором является невозможность разработки долгосрочной стратегии развития для предприятий текстильной отрасли, обусловленная нестабильностью происходящих на рынке процессов [10]. Отдельного внимания все еще заслуживает вопрос низкой квалифицированности рабочих кадров, что влечет недостаточный уровень заработной платы с одновременным отсутствием мотивации к повышению своего уровня мастерства. В данном вопросе получается замкнутый круг: чем ниже квалификация работника, тем ниже его заработная плата, тем ниже его возможности повышать свою квалификацию вследствие недостаточности финансовых ресурсов, необходимых для инвестирования в получение новых знаний посредством обучения на соответствующих курсах. Выходом из этой ситуации, в частности, представляется необходимость подготовки необходимых кадров за счет предприятия. Однако отсутствие свободных финансов у предприятия, а также риск потерять уже обученного работника вследствие перехода его в другую организацию из-за

непроработанности механизма отработки средств, влечет за собой новый виток нерешенных проблем, оказывающих значительное воздействие на торможение процессов развития отрасли в целом.

## ВЫВОДЫ

В настоящее время, исходя из реалий сегодняшнего дня, для казахстанских товаропроизводителей наиболее предпочтительным остается сегмент, ориентированный на выпуск спецодежды. В этом направлении уже сейчас имеются значительные наработки, заключены долгосрочные контракты, прописаны условия поставки на много лет вперед. С позиции местных товаропроизводителей текстиля, данная схема работы сейчас приносит наибольшую выгоду, тогда как выход на новые международные рынки сбыта потребует привлечения дополнительных инвестиций, что в условиях нестабильности представляется высоко рискованным мероприятием. Сегмент госзаказов обеспечивает товаропроизводителям небольшой, но стабильный доход, опираясь на который предприятия в дальнейшем смогут встать на более уверенные позиции, способные вывести казахстанских товаропроизводителей на мировой рынок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Доронина Н.Г., Казанцев Н.М., Семилютин Н.Г. Правовое регулирование экономических отношений: глобальное, национальное, региональное. – М.: ИЗиСП: НОРМА: ИНФРА-М, 2017.
2. Никулина О.В., Ладыгина Е.И., Хананаев А.Г. Разработка мероприятий по формированию активной политической, экономической и информационной поддержки экспорта инновационных компаний в условиях регионального кластера // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2015, № 2 (7).
3. Мырхалыков Ж.У. и др. Оценка места Республики Казахстан в системе транзитных транспортных коммуникаций с позиции развития текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 3. С. 25...32.
4. Durru D.K., Yessirkepova A.M., Parmanova R.S., Duisembekova G.R., Durru O. The development of institutional support system for the textile industry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.. – 2019, №1. С. 75...83

5. Baineiyeva P.T., Mergenbayeva A.T., Kalmenova M.T., Taibek J., Yessirkepova A.M. Analysis of development trends of textile industry of the Republic of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 6. С.43...48.

6. Внешняя торговля Республики Казахстан. Статистический сборник 2016-2020 гг. - Нур-Султан, 2021. – 264 с. -<https://stat.gov.kz/edition/publication/collection>

7. Дорожкина Т.В., Татарченко К.Р., Гусакова А.А. Инновации как драйвер развития товарных отношений: Россия-Китай // Modern Economy Success. – 2021, № 4. С. 139...144.

8. Балансы ресурсов и использования важнейших видов сырья, продукции производственно-технического назначения и потребительских товаров по Республике Казахстан за 2016-2020 гг. - Статистический сборник. - Нур-Султан, 2021. <https://stat.gov.kz/edition/publication/collection>

9. Карамова О. и др. Институты в условиях трансформации экономики. – Litres, 2021.

10. Myrkhalykov Zh. U., Yessirkepova A.M., Kamalov A. A., Khan I. Yu., Tymbaeva Zh. M. Problems and prospects of the textile industry of the republic of Kazakhstan from the position of the international economy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, №3. P. 25...29.

## REFERENCES

1. Doronina N.G., Kazantsev N.M., Semilyutina N.G. Pravovoe regulirovanie ekonomicheskikh otnosheniy: global'noe, natsional'noe, regional'noe. – M.: IZiSP: NORMA: INFRA-M, 2017.
2. Nikulina O.V., Ladygina E.I., Khananaev A.G. Razrabotka meropriyatiy po formirovaniyu aktivnoy politicheskoy, ekonomicheskoy i informatsionnoy podderzhki eksporta innovatsionnykh kompaniy v usloviyakh regional'nogo klastera // Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya. – 2015, № 2 (7).
3. Myrkhalykov Zh.U. i dr. Otsenka mesta Respubliki Kazakhstan v sisteme tranzitnykh transportnykh kommunikatsiy s pozitsii razvitiya tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, № 3. S. 25...32.
4. Durru D.K., Yessirkepova A.M., Parmanova R.S., Duisembekova G.R., Durru O. The development of institutional support system for the textile industry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.. – 2019, №1. S. 75...83
5. Baineiyeva P.T., Mergenbayeva A.T., Kalmenova M.T., Taibek J., Yessirkepova A.M. Analysis of development trends of textile industry of the Republic of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 6. S.43...48.

6. Vneshnyaya trgovlya Respubliki Kazakhstan. Statisticheskiy sbornik 2016-2020 gg. - Nur-Sultan, 2021. – 264 s. -<https://stat.gov.kz/edition/publication/collection>

7. Dorozhkina T.V., Tatarchenko K.R., Gusakova A.A. Innovatsii kak drayver razvitiya tovarnykh otnosheniy: Rossiya-Kitay //Modern Economy Success. – 2021, №. 4. S. 139...144.

8. Balansy resursov i ispol'zovaniya vazhneyshikh vidov syr'ya, produktsii proizvodstvenno-tekhnicheskogo naznacheniya i potrebitel'skikh tovarov po Respublike Kazakhstan za 2016-2020 gg. - Statisticheskiy sbornik. - Nur-Sultan, 2021. <https://stat.gov.kz/edition/publication/collection>

9. Karamova O. i dr. Instituty v usloviyakh transformatsii ekonomiki. – Litres, 2021.

10. Myrhalykov Zh. U., Yessirkepova A.M., Kamalov A. A., Khan I. Yu., Tymbaeva Zh. M. Problems and prospects of the textile industry of the republic of Kazakhstan from the position of the international economy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, №3. P. 25...29.

Поступила 18.01.22.

---

УДК 677.017.2/.7

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_103

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРЫВНОГО УСИЛИЯ ВОЛОКНА  
ПРИ ИСПЫТАНИИ НА МАШИНЕ КОПРОВОГО ТИПА**

**IMPROVEMENT OF THE ALGORITHM  
FOR DETERMINING THE DISCONNECTIVE FIBER FORCES  
WHEN TESTED ON A COPPER TYPE MACHINE**

*А.В. ОРЛОВ, Е.Л. ПАШИН*

*A.V. ORLOV, E.L. PASHIN*

(Костромской государственный университет,  
Костромская государственная сельскохозяйственная академия)

(Kostroma State University,  
Kostroma State Agricultural Academy)

E-mail: aorlov@list.ru; evgpashin@yandex.ru

*В статье представлен усовершенствованный алгоритм расчета разрывного усилия волокна при испытании на машине копрового типа. Установлено, что пренебрежение влиянием сил сопротивления перемещению маятника, не связанных с разрывом волокна, приводит к ошибочным значениям разрывного усилия. Для определения момента сил трения требуется расчет момента инерции маятника с учетом изменения периода колебаний по мере потери им энергии. Необходимо также допущение постоянства величины силы трения при движении маятника и монотонности убывания его полной энергии. Расчет величины момента сил сопротивления возможен при условии знания массы маятника, расстояния от оси подвеса до центра масс, а также начального и конечного углов его подъема.*

*The article presents an improved algorithm for calculating the breaking force of a fiber when tested on a punching machine. It has been established that the neglect of the influence of the forces of resistance to the movement of the pendulum, which are not related to the rupture of the fiber, leads to erroneous values of the breaking force. To determine the moment of friction forces, it is required to calculate the moment of inertia of the pendulum, taking into account the change in the oscillation period as it loses energy. It is also necessary to assume the constancy of the value of the friction force during the motion of the pendulum and the monotonicity of the decrease in its total energy. The calculation of the value of the moment of resistance forces is possible provided that the mass of the pendulum, the distance from the axis of the suspension to the center of mass, as well as the initial and final angles of its rise are known.*

**Ключевые слова:** волокно, разрыв, машина копрового типа, маятник, моделирование, симуляция, момент сил сопротивления.

**Keywords:** fiber, discontinuity, punching machine, pendulum, modeling, simulation, resistive moment.

Развитие систем квалитетрии лубяных волокон требует совершенствования методов определения их свойств и, в частности разрывного усилия, на основе обеспечения сходства условий испытания с реальным – более динамичным характером нагружения волокон в процессе переработки и эксплуатации [1], [2].

С этой целью предложен вариант метода и инструментальной системы (ИС) по принципу работы копра посредством косвенного определения разрывного усилия волокон  $P_{\text{разр}}$  [3]. Используя известное уравнение динамики вращательного тела, предложено вычислять величину  $P_{\text{разр}}$  по формуле:

$$P_{\text{разр}} = (I\ddot{\varphi} - M_{\text{сопр}} - mgr \sin \varphi_0) / L_{\text{разр}}, \quad (1)$$

где  $\varphi_0$  – угол зарядки маятника;  $m$  – масса маятника;  $r$  – расстояние от оси вращения маятника до центра тяжести;  $(mgL_{\text{ц.т.}} \sin \varphi)$  – момент силы тяжести;  $M_{\text{сопр}}$  – момент иных сил сопротивления (в основном сил трения  $F_{\text{тр}}$ );  $I$  – момент инерции маятника;  $\ddot{\varphi}$  – угловое ускорение маятника;  $L_{\text{разр}}$  – расстояние от оси вращения маятника до центра активного зажима образца.

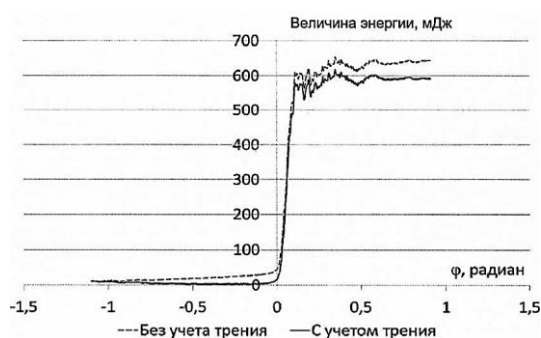


Рис. 1

На первых этапах исследования было принято допущение о несущественном влиянии величины  $M_{\text{сопр}}$  в выражении (1). По-

этому во внимание ее не принимали, что значительно упрощало расчеты. Однако последующая апробация созданной ИС выявила значительную ошибку в расчете  $P_{\text{разр}}$  при определенном соотношении слагаемых  $M_{\text{т}}$  и  $(P_{\text{разр}} L_{\text{разр}})$ , без учета суммарных сил сопротивления  $M_{\text{сопр}}$ . Этот вывод подтверждается различиями энергий, затрачиваемых на перемещение активного рабочего органа (маятника) ИС с учетом  $M_{\text{сопр}}$  и без него (рис. 1 – поглощение энергии образцом в ходе разрыва с учетом  $M_{\text{сопр}}$  и без него).

Данное обстоятельство потребовало разработки метода учета формируемого  $M_{\text{сопр}}$  на основе решения задач, одна из которых связана с более точным определением момента инерции маятника, а другая – с расчетом сил сопротивления, препятствующих его перемещению.

Для решения первой задачи использовали известные зависимости, связывающие момент инерции  $I$  и период колебаний  $T$  для математического либо физического маятника [4]. Однако при измерении периода колебаний возникли сложности, поскольку в реальных системах не всегда можно пренебречь изменением периода колебаний маятника по мере потери им энергии. Как следствие, рассчитанное значение момента инерции  $I$  будет отличаться от истинного. Это окажет влияние на точность оценки энергии маятника  $E$ . Полная энергия маятника может быть выражена следующим образом [4]:

$$E = (m, \dot{\varphi}) = mgr(1 - \cos \varphi) + \frac{1}{2} I \dot{\varphi}^2, \quad (2)$$

где  $\varphi, \dot{\varphi}$  – угловая координата и угловая скорость маятника.

Применительно к создаваемой схеме конструкции ИС [3], здесь и далее за начало отсчета координаты  $\varphi = 0$  принимали низ-



шую точку траектории маятника, а его положительным направлением считалось направление движения в ходе разрыва образца.

Таким образом, зная изменение величин  $\varphi, \dot{\varphi}$  во времени, можно на основании формулы (2) определить энергию  $E_n$ , потерянную маятником на момент достижения указанной точки траектории:

$$E_n(\varphi, \dot{\varphi}) = E(\varphi_0, 0) - E(\varphi, \dot{\varphi}), \quad (3)$$

где  $\varphi_0 < 0$  – начальная координата маятника.

Учтем следующее обстоятельство. Поскольку в начальной и конечной точках траектории маятника вся его энергия преобразована в потенциальную, погрешности в определении момента инерции  $I$  не будут сказываться на величине  $E_n$  для этих точек. В таких условиях потери энергии за один мах маятника  $E_n(\varphi_{\max}, 0)$  могут быть определены достаточно точно.

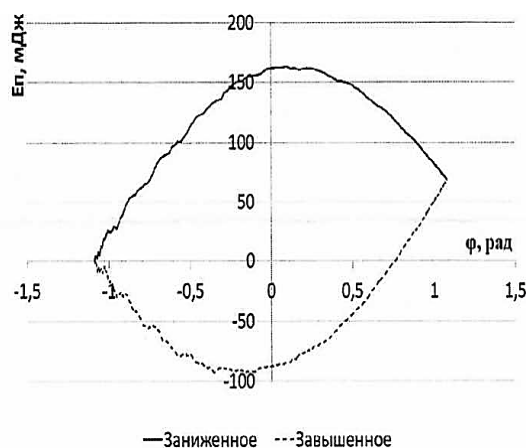


Рис. 2

Тогда влияние погрешности при определении  $I$  будет наибольшим в окрестности точки  $\varphi = 0$ , где вся потенциальная энергия маятника преобразуется в кинетическую. Примерное представление зависимости (3) для разных значений  $I$  указано на рис. 2 (расчетная потеря энергии маятником для

разных значений  $I$ ). Данные получены в результате регистрации хода маятника экспериментальной разрывной машины ИС с погрешностью при определении величины момента инерции  $I$ .

Очевидно, что при заниженном и завышенном значениях момента инерции  $I$  наблюдается аномальное поведение величины  $E_n$ . В определенный момент времени она начинает уменьшаться, словно маятник начинает получать энергию из внешнего источника. При близком к истинному значению  $I$  такое поведение не должно наблюдаться, так как величина  $E_n$  должна монотонно возрастать. Для определения значения  $I$ , удовлетворяющего этому условию, рассмотрим следующую упрощенную модель потери энергии на трение.

Потери энергии  $E_n$  представляют собой работу, совершенную силой трения. Примем допущение, что сила трения постоянна и не зависит от скорости движения маятника. В этом случае величина  $E_n$  будет определяться классическим уравнением работы:  $E_n = F_{\text{тр}} r_{\text{тр}} (\varphi - \varphi_0)$ , где  $F_{\text{тр}}$  – сила трения,  $r_{\text{тр}}$  – плечо, к которому она прилагается, а  $r_{\text{тр}}(\varphi - \varphi_0)$  – длина дуги, на которой совершается работа. Поскольку момент сил трения  $M_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} r_{\text{тр}}$ , исходя из (3), можно получить величину потерь энергии в нижней точке траектории маятника ( $\varphi = 0, \dot{\varphi} = \dot{\varphi}_{\max}$ ):

$$E(\varphi_0, 0) - E(0, \dot{\varphi}_{\max}) = M_{\text{тр}} (0 - \varphi_0). \quad (4)$$

При постоянной величине сил трения значение потерь энергии на трение возрастает пропорционально углу, пройденному маятником. Соответственно величину  $E_n$  можно будет определить:  $E_n(\varphi) = E_n(\varphi_{\max}, 0) \frac{\varphi - \varphi_0}{\varphi_{\max} - \varphi_0}$ .

Тогда при подстановке в (4) выражения (2) для нижней точки траектории маятника получим:

$$mgr(1 - \cos \varphi_0) - \frac{1}{2} I \dot{\varphi}_{\max}^2 = mgr(\cos \varphi_0 - \cos \varphi_{0\max}) \frac{0 - \varphi_0}{\varphi_{\max} - \varphi_0}.$$

Из данного выражения можно выразить значение момента инерции  $I$ :

$$I = \frac{2mgr}{\dot{\varphi}_{\max}^2} (1 + \cos \varphi_{\max}) \frac{0 - \varphi_0}{\varphi_{\max} - \varphi_0}. \quad (5)$$

Полученное выражение позволяет определить  $I$  при следующих допущениях: известны масса маятника  $m$  и расстояние от оси до центра масс  $r$ , угол зарядки маятника  $\varphi_0 < 0$ , максимально достигнутый угол  $\varphi_{\max}$ , наибольшая угловая скорость ( $\dot{\varphi}_{\max}$ ).

График изменения потерь энергии  $E_{\text{п}}$  для величины  $I$ , определенной по (5), указан на рис. 3 (расчетная потеря энергии маятником для значения  $I$ , вычисленного согласно (5)). Он сформирован при условиях построения графиков, представленных на рис. 2. Имеющий место линейный тренд изменения  $E_{\text{п}}$  свидетельствует о правомерности допущения постоянства величины момента сопротивления. В противном случае наблюдалось бы значительное отклонение  $E_{\text{п}}$  от тренда по мере приближения угловой координаты к нулю и роста угловой скорости.

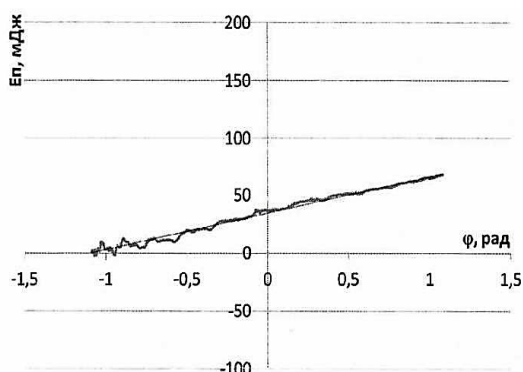


Рис. 3

С учетом полученного решения реализация второй указанной задачи оказалась возможной на основе выявленной прямолинейной зависимости изменения потерь энергии от сил сопротивления перемещению маятника на холостом ходу. Это обеспечит определение величины момента сил сопротивления  $M_{\text{сопр}}$ , обусловленного силами трения, то есть  $M_{\text{сопр}} = M_{\text{тр}}$ . Для этого необходимо знать массу маятника  $m$ , расстояние от оси его подвеса до центра масс  $r$ , а также начальный и конечный углы подъ-

ема  $\varphi_0$  и  $\varphi_{\max}$ . Тогда искомое значение  $M_{\text{сопр}} = M_{\text{тр}}$  будет определяться из выражения:

$$M_{\text{тр}} = \frac{E_{\text{п}}(\varphi_{\max}, 0)}{\varphi_{\max} - \varphi_0} = mgr \frac{\cos(\varphi_{\max}) - \cos(\varphi_0)}{\varphi_{\max} - \varphi_0}. \quad (6)$$

Таким образом, в результате исследований разработаны варианты более точного определения момента инерции маятника и сил сопротивления, препятствующих перемещению маятника разрывной машины (при отсутствии анализируемого образца). Это позволило усовершенствовать общий алгоритм расчета разрывного усилия волокна (нитей), реализуемого в созданном ИК. В настоящее время он рекомендован для практического использования при реализации новых национальных стандартов на лубоволокнистое сырье.

## В Ы В О Д Ы

1. При испытании волокна на машине копрового типа [3] пренебрежение влиянием сил сопротивления перемещению маятника  $M_{\text{сопр}}$  может приводить к ошибкам определения величины разрывного усилия.

2. Расчет момента инерции маятника должен учитывать изменение периода колебаний маятника по мере потери им энергии. Также требуется допущение о постоянстве сил трения в процессе движения маятника.

3. Определение момента инерции маятника возможно при известной его массе, расстоянии от оси подвеса до центра масс, угле зарядки маятника, максимальном угле отклонения после прохождения вертикального положения, а также наибольшей угловой скорости.

4. Для определения величины  $M_{\text{сопр}}$  необходимо знать массу маятника, расстояние от оси его подвеса до центра масс, а также начальный и конечный углы его подъема.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кудряшова Н. И., Кудряшов А.Б. Высокоскоростное растяжение текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1974. –

2. Перепелкин К.Е. Структура и свойства волокон. – М.: Химия, 1985.

3. Пашин Е.Л., Орлов А.В. Инструментальная система контроля разрывных характеристик льняного волокна // Материалы и технологии. – 2018, № 2. С. 18...21.

4. Константинов М.Ю. Математический маятник. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.

2. Perepelkin K.E. Struktura i svoystva volokon. – М.: Khimiya, 1985.

3. Pashin E.L., Orlov A.V. Instrumental'naya sistema kontrolya razryvnykh kharakteristik l'nyanogo volokna // Materialy i tekhnologii. – 2018, № 2. S. 18...21.

4. Konstantinov M.Yu. Matematicheskiy mayatnik. – М.: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 2016.

Рекомендована кафедрой технических систем в АПК Костромской ГСХА. Поступила 31.05.21.

#### REFERENCES

1. Kudryashova N.I., Kudryashov A.B. Vysokoskorostnoye rastyazheniye tekstil'nykh materialov. – М.: Legkaya industriya, 1974. -

УДК 677.017

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_107

### ПОСТРОЕНИЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕНТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ДВУХОСНОМ ЦИКЛИЧЕСКОМ РАСТЯЖЕНИИ

### CONSTRUCTION OF THE METHOD OF STUDYING THE DEFORMATION PROPERTIES OF AWNING MATERIALS UNDER BIAxIAL CYCLIC TENSION

*А.П. ГРУЗДЕВА, М.В. ЗИМИНА, Л.Л. ЧАГИНА, М.С. БОГАТЫРЕВА*

*A.P. GRUZDEVA, M.V. ZIMINA, L.L. CHAGINA, M.S. BOGATYRYOVA*

(Костромской государственный университет)

(Kostroma State University)

E-mail: lyu-chagina@yandex.ru

*В статье проведен анализ существующих отечественных и зарубежных методов исследования деформационных свойств материалов при циклическом растяжении. Обоснована актуальность разработки методики определения двухосной циклической деформации тентовых материалов, приближенной к условиям эксплуатации изучаемых тентовых конструкций. В качестве критерия стабильности тентовых конструкций при эксплуатационных воздействиях используется комплексный показатель, включающий единичные: изменение площади геометрической разметки, изменение длин сторон и углов после двухосного растяжения с заданными циклами нагружения. Показана возможность определения характеристик двухосной циклической деформации растяжения посредством обработки цифровых изображений в системе автоматизированного проектирования Grafis v.11.0. Методика применима для тентовых материалов любого волокнистого со-*

*става. Испытания проводятся на разрывной машине, подключенной к персональному компьютеру. Для управления и считывания результатов использована специализированная программа STRAIN v1.0. Результаты экспериментальных исследований могут применяться на стадии проектирования для прогнозирования деформации структуры каркасно-тентовых изделий.*

*The article analyzes the existing domestic and foreign methods for studying cyclic tensile deformation. The relevance of the development of a methodology for determining the biaxial cyclic awning materials deformation close to the operating conditions of the studied awning structures, is justified. As a criterion for the stability of tent structures under operational impacts, a complex indicator is used, including single ones: a change in the area of the geometric marking, a change in the lengths of the sides and angles after biaxial stretching with specified loading cycles. The possibility of determining the characteristics of biaxial cyclic tensile deformation by processing digital images in the Grafis v. 11.0 computer-aided design system is shown. The technique is applicable for awning materials of any fibrous composition. The tests are carried out on a bursting machine connected to a personal computer. To control and read the results, a specialized STRAIN v1.0 program was used. The results of experimental studies can be used at the design stage to predict the deformation of the frame-tent products structure.*

**Ключевые слова:** тентовые материалы, двухосная циклическая деформация растяжения, методика, комплексный показатель качества.

**Keywords:** tent materials, biaxial cyclic tensile deformation, methodology, complex quality indicator.

### *Введение*

Область применения каркасно-тентовых конструкций достаточно широка и разнообразна, однако в условиях эксплуатации эти конструкции имеют схожий характер нагрузки, что позволяет обобщить выбор критериев оценки эксплуатационных свойств, методов и средств исследования.

Тентовые материалы в конструкциях, в основном, имеют натянуто-изогнутую форму, при этом под действием внешних сил и климатических факторов (ветровая нагрузка, осадки и т.п.) материалы подвергаются действию переменного-повторяющихся нагрузок, меньше разрывных. В материале возникает долговременная циклическая деформация растяжения одновременно в нескольких взаимно-перпендикулярных направлениях. Следствием этого является изменение свойств материала (утомление), что в конечном итоге может привести к общему или частичному разру-

шению. Поэтому для получения объективных результатов исследований, позволяющих прогнозировать работу материала в конструкции, необходим комплекс средств исследования в виде метода и оборудования, имитирующих процессы, наиболее близкие к реальным условиям эксплуатации [1], [2].

### *Методы*

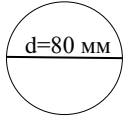
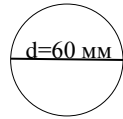
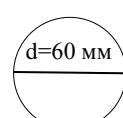
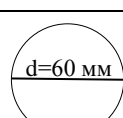
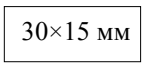
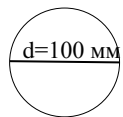
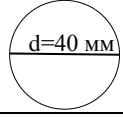
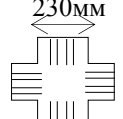
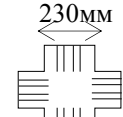
На сегодняшний день существуют зарубежные и отечественные методы, описывающие испытания при двухосном и просторанственном циклическом растяжении текстильных материалов, некоторые из них стандартизированы (табл. 1).

Анализ существующих методов, ценных при изучении деформационно-прочностных свойств, показал важность проведения испытаний в условиях, приближенных к эксплуатационным нагрузкам материала. Выявлено отсутствие стандартизированных отечественных методов испыта-

ний тентовых материалов в условиях двухосного циклического нагружения и актуальность их применения при проектирова-

нии и анализе каркасно-тентовых конструкций для прогнозирования реального процесса деформации.

Т а б л и ц а 1

Обозначение и наименование метода	Объект исследования	Форма и размер проб	Критерий оценки
Пространственное деформирование пробы			
(ГОСТ ИСО 2960-2002 Определение прочности при продавливании и растяжения продавливанием методом диафрагмы [3], Россия	Трикоταжные полотна, текстильные материалы	Проба без вырезания	Среднеарифметическое значение разрывной нагрузки и разрывного удлинения при первых признаках нарушения целостности пробы
Растяжение на приборе конструкции ВНИИТП [4], Россия	Текстильные материалы		Абсолютная и относительная, остаточная деформация; коэффициент упругой растяжимости
Растяжение сферическим пуансоном на приборе В 3030 [5], Россия	Текстильные материалы, трикоταжные полотна, кожа		Остаточная высота полусферы, мм; пластичность, %
Множественное испытание на приборе ERDT-2 [6], Литва	Текстильные материалы		Остаточная циклическая деформация
Испытания на приборе МРД-1 [7], Венгрия	Текстильные материалы		Остаточная циклическая деформация
Растяжение на приборе ДТ-3 [8], Швейцария	Трикоταжные полотна		Полная деформация и ее компоненты
Растяжение на приборе ПД-5М [9], Россия	Текстильные материалы		Остаточная циклическая деформация
Устройство для определения деформационных свойств кожи и других гибких материалов [10], Россия	Кожа или другие гибкие материалы		Стрела прогиба, мм; полная деформация и ее компоненты
Метод определения размеров пор полиэфирных тканей высокой плотности при двухосном нагружении [11], Германия	Текстильные материалы, мембраны		Распределение пор по размерам и средние значения размеров пор потока
Деформация в плоскости поверхности образца			
Руководство MSAJ/M-02-1995 [12], Япония	Текстильные материалы, мембраны		Расчетное определение упругих констант
Европейское руководство TensiNet [13]	Текстильные материалы, мембраны		Расчетное определение упругих констант

Для определения двухосной циклической деформации тентовых материалов разработана методика испытания (рис. 1 – пос-

ледовательность исследования деформационных свойств тентового материала при двухосном циклическом растяжении), при-

ближенная к условиям эксплуатации изучаемых тентовых конструкций.

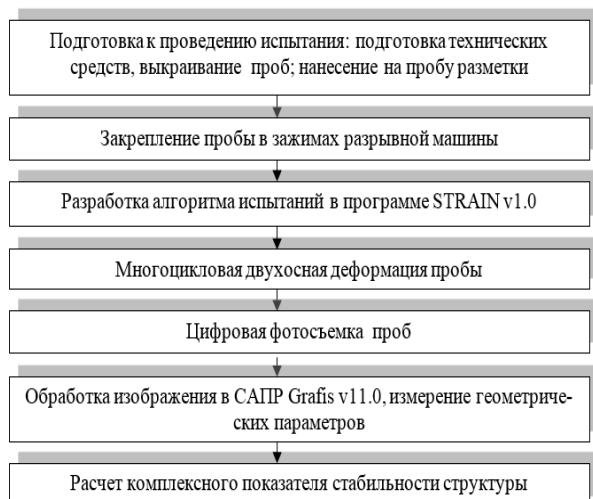


Рис. 1

В качестве критерия стабильности тентовых конструкций при эксплуатационных воздействиях используется комплексный показатель, включающий три единичных: изменение площади геометрической разметки (квадрата), изменение длин сторон и изменение углов после двухосного растяжения с заданными циклами нагружения. Комплексные методы, в основу которых положен принцип оценки свойств, объединенных в группы, на сегодняшний день получили широкое распространение для оценки качества материалов и изделий легкой промышленности [14...23].

Данная методика применима к широкому ассортименту тентовых материалов, используемых в каркасно-тентовых конструкциях, а также может распространяться на другие виды материалов.

Экспериментальное оборудование для проведения испытаний представляет собой разрывную машину, подключенную к персональному компьютеру. Для управления и считывания результатов использована специализированная программа STRAIN v1.0. Конструктивно устройство состоит из станины, модулей линейного перемещения, металлических планок-зажимов и сервопривода, включающего инкрементный преобразователь угловых перемещений (инкрементный энкодер), электромотор с редуктором, блок питания и управления.

Для проведения исследований используются пробы в форме квадратов со сторонами, равными длинам зажимных планок разрывной машины и имеющими дополнительный припуск 50 мм, равный ширине зажимных планок. На дополнительном припуске размечены отверстия для заправки образцов.

Для измерения геометрической деформации материалов на всей рабочей зоне элементарных проб нанесена разметка в виде квадратов со сторонами 40 мм. Общие габаритные размеры составляют 380x380 мм (рис. 2 – подготовка пробы; а – схема пробы; б – закрепление пробы в зажимах испытательного оборудования).

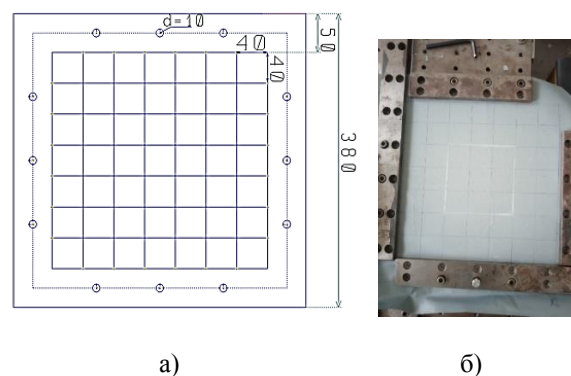


Рис. 2

Суть определения двухосной циклической деформации по данной методике заключается в следующем. Подготовленная проба исследуемого материала закрепляется в зажимах разрывной машины, подвергается двухосной деформации растяжения с заданным количеством циклов по предварительно разработанному алгоритму в программе STRAIN v1.0, задающему параметры деформирования (табл. 2 – характеристика полного цикла испытаний). Один полный цикл программы, длительностью 30 мин, характеризует комплекс попеременного одноосного и двухосного перемещения вдоль осей X и Y с заданными параметрами деформирования. Зажимная длина равна ширине испытываемых проб, таким образом обеспечивается равномерная деформация проб.

Таблица 2

Шаг цикла	Перемещение, мм	Усилие, Н	Время закливания, с	Общее время полного цикла, с
1	ось X на 5 мм	10000	900	1800
2	ось X на -5 мм	10000		
3	ось Y на 5 мм	10000		
4	ось Y на -5 мм	10000		
5	ось Y и X на 5 мм	10000	900	
6	ось Y и X на -5 мм	10000		

По завершении всех циклов алгоритма пробу снимают с зажимов разрывной машины, осуществляют ее фотосъемку. Затем переводят цифровое изображение с заданным масштабом в режим работы с фоновым рисунком в САПР Grafis v.11.0. С помощью измерительных инструментов данной программы вычисляют изменение длин сторон, площади, а также отклонение углов от исходных значений геометрических фигур разметки. На рис. 3 приведен пример обработки цифрового изображения разметки пробы после испытания.

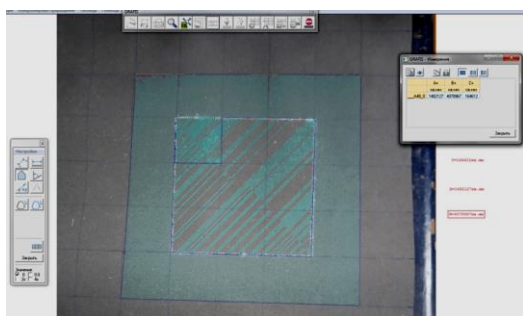


Рис. 3

### Результаты

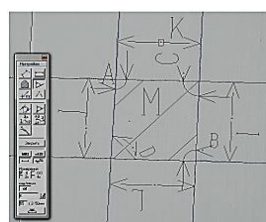
Разработанная методика проведения исследования стабильности структуры тентовых материалов в условиях циклического комбинированного нагружения включает расчет значения комплексного показателя качества. Информативное представление о деформированном состоянии всей поверхности пробы исследуемого материала достигается введением следующих показателей:  $\Delta l$  – изменение длины сторон, мм;  $\Delta \beta$  – отклонение углов, град;  $\Delta P$  – изменение площади, мм<sup>2</sup>.

Предусмотренное методикой варьирование режимов испытаний позволяет моделировать различные виды циклических нагружений и предусматривает создание объективных условий для сопоставления результатов испытаний различных объектов.

Апробация методики производилась на образцах наиболее распространенных тентовых материалов Sunbrella (Франция) Oxford R/S (Китай) (табл. 3).

Таблица 3

Вид материала	Волокнистый состав	Вид отделки	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
Sunbrella (Франция)	Акрил	Обработка фторуглеродами для обеспечения водоотталкивающих свойств и устойчивости к ультрафиолетовому излучению, антигрибковое покрытие	330
Oxford R/S (Китай)	Полиэстер	Водоотталкивающая пропитка и пленочное полиуретановое покрытие; R/S (RipStop) – специальная упрочняющая структура плетения	250



а)

Геометрический параметр	Обозначение	Значение
Угол, → °	A	88.43
Угол, → °	B	90.70
Угол, → °	C	89.13
Угол, → °	D	88.64
Длина линии, мм	I	41,10
Длина линии, мм	J	41
Длина линии, мм	K	39,25
Длина линии, мм	L	40
Площадь, кв.мм	M	1640

б)

Рис. 4

На рис. 4 (измерение геометрических показателей деформации; а – фрагмент измерения в программе Grafis v.11.0; б – пример расчета геометрических параметров деформации) представлен протокол измерений одного фрагмента разметки пробы. Высокая точность программного средства позволяет получать объективные результаты

изменения линейных размеров проб после циклических испытаний.

Анализ результатов исследования (табл. 4) показал, что воздействию циклической двухосной деформации наиболее подвержены области вблизи зажимов испытательного оборудования.

Т а б л и ц а 4

Показатель	Усредненное значение изменения геометрических параметров разметки					
	вблизи зажимов по оси X		вблизи зажимов по оси Y		центральная область	
	Oxford R/S	Sunbrella	Oxford R/S	Sunbrella	Oxford R/S	Sunbrella
$\Delta l$ , мм	1,03	0,70	1,05	0,71	0,65	0,34
$\Delta \beta$ , °	1,00	0,46	0,90	0,39	0,20	0,14
$\Delta P$ , мм <sup>2</sup>	56,40	89,21	56,46	6,74	27,31	52,42

Исследование причинно-следственных связей единичных показателей качества с применением метода анализа иерархий позволило установить коэффициенты весомости для выбранных показателей качества (табл. 5 – пример расчета комплексного показателя стабильности структуры тентовых материалов при циклическом растяжении).

Расчет комплексного показателя качества материала для всей совокупности кри-

териев в предлагаемой методике осуществляется по формуле среднего геометрического:

$$КПС = \prod_{i=1}^n P_i^{j_i},$$

где  $P_{j_i}$  – безразмерная величина показателя качества;  $j_i$  – коэффициент весомости ПК;  $\sum j_i = 1$ ;  $n$  – число показателей качества.

Т а б л и ц а 5

Вид материала	Усредненное значение изменения геометрических параметров разметки с учетом всех зон						Комплексный показатель стабильности структуры, КПС
	абсолютные значения параметров			дискретные балловые оценки			
	$\Delta l$	$\beta$	$\Delta P$	$B_{\Delta l}$	$B_{\Delta \beta}$	$B_{\Delta P}$	
Оксфорд RipStop	0,91	0,7	46,72	1	1	2	1,23
Санбrella	0,58	0,33	49,46	2	2	1	1,61
Коэффициент весомости	0,38	0,32	0,30	0,38	0,32	0,30	-

Сравнительный анализ исследуемых материалов, характеризует материал Sunbrella как более устойчивый к циклической комбинированной деформации растяжения.

#### Заключение

В предлагаемой методике определения стабильности структуры тентовых материалов предусмотрена оценка изменения геометрических параметров после двухосного многоциклового растяжения с использованием трех единичных показателей: измене-

ния площади, длин сторон и углов квадратов. Возможность варьирования режимами испытаний позволяет моделировать различные виды циклических нагружений и создает объективные условия для сопоставления результатов испытаний различных объектов.

Расчет изменения параметров формы разметки осуществляется с использованием автоматизированной программы Grafisv11.0, что во многом упрощает расчеты компонентов деформации и повышает точность



результатов. Посредством испытательного оборудования, реализующего двухосное циклическое растяжение, образцы исследуемых материалов подвергаются деформированию, имитирующему реальный процесс эксплуатации тентовых конструкций.

Применение показателей деформации позволяет оценить изменение геометрических параметров тентового материала под действием циклических нагрузок, выявлять области, наиболее/наименее подверженные циклическим деформациям растяжения, прогнозировать необходимые манипуляции с тентовой конструкцией (например, своевременная подтяжка креплений) с целью сохранения первоначальной формы.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения двухосной циклической деформации тентового материала.

2. Для комплексной оценки деформационных свойств тентовых материалов, анализируемой по средствам специальной разметки проб, предложены показатели: изменение длины, отклонение угла, изменение площади геометрических фигур.

3. Преимуществом метода является возможность прогнозирования деформационных свойств каркасно-тентовых изделий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Омирова М.З., Груздева А.П., Чагина Л.Л., Азанова А.А.* Исследование водонепроницаемости материалов, используемых для изготовления тентовых изделий // *Дизайн и технологии.* – 2020, № 76 (118). С. 70...77.

2. *Чагина Л.Л., Рыжов Е.С.* Формирование номенклатуры свойств материалов, определяющих качество тентов для водного транспорта // *Технологии и качество.* – 2018, № 1(39). С. 8...12.

3. СТБ ИСО 2960-2002 (ГОСТ ИСО 2960-2002) Определение прочности при продавливании и растяжения продавливанием методом диафрагмы. – М.: Изд-во стандартов, 2002.

4. *Баженов В.И., Бабинец С.В.* Материаловедение трикотажно-швейного производства. – М.: Легкая индустрия, 1971. С.37.

5. Зыбин А.Ю. Авт. свид. № 167065.– Бюллетень изобретений, № 24, 1964.

6. *Растение И.К., Петраускас А.В., Страздас Л.Б., Гутаускас М.М.* Пневматический пульсатор

ЕРДТ-2 // *Изв. вузов. Технология легкой промышленности.* – 1970, № 4.

7. *Кукин Г.Н. и др.* Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия). – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1992.

8. *Кобляков А.И.* Структура и механические свойства трикотажа. – М.: Легкая индустрия, 1973.

9. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению / Под ред. А. И. Коблякова. – М., 1986.

10. Устройство для определения деформационных свойств кожи и подобных ей гибких материалов. Пат. 2354953 РФ: G 01 N 33/36/ Баранова Е.В., Лисиенкова Е.Н., Стельмашенко В.И., Саламатин А.В.; заявитель и патентообладатель Российский государственный университет туризма и сервиса - № 2007114927/28; заяв. 20.04.2007; опубл. 27.10.2008

11. DIN EN 12332-1-1998 Rubber or plastic coated fabrics - Determination of bursting strength - Part 1: Steel ball method // 1998. 7 с.

12. Membrane Structures Association of Japan, MSAJ/M-02-1995 – Testing Method for Elastic Constants of Membrane Materials, 1995.

13. ASTM D2136-02(2012) Standard Test Method for Coated Fabrics – Low-Temperature Bend Test // 2012.

14. *Буркин А.Н., Махонь А.Н., Панкевич Д.К.* Эксплуатационные свойства текстильных материалов / Под общ. ред. А.Н. Буркина. – Витебск: ВГТУ, 2019.

15. *Денисова О.Н., Кирюхин С.М.* Совершенствование комплексной оценки качества тканей // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2007, №2. С. 22...26.

16. *Кирюхин С.М., Плеханова С.В.* Особенности оценки качества текстильных материалов // *Дизайн и технологии.* – 2017, № 60(102). С. 61...69.

16. *Чагина Л.Л.* Методика комплексной оценки качества льняных трикотажных полотен для верхних изделий // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2015, №6. С. 16...21.

17. *Маринкина М.А., Чагина Л.Л.* Методика комплексной оценки качества льняных трикотажных полотен для компрессионных изделий // *Вестник Костромского государственного технологического университета.* – 2015, № 1(34). С. 39...43.

18. *Омирова М.З., Чагина Л.Л., Груздева А.П.* Комплексная оценка качества тентовых материалов // *Технологии и качество.* – 2020, № 2 (48). С. 3...7.

19. *Чагина Л.Л., Смирнова Н.А.* К вопросу определения уровня качества льняных трикотажных изделий // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2017, № 1. С. 153...157.

20. *Мальшева О.В., Гусев Б.Н.* Совершенствование нормативной оценки качества трикотажных бельевых изделий // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2016, №2. С. 48...51.

21. *Луныкова С.В., Лысова М.А., Чистякова Н.Э., Гусев Б.Н.* Комплексная оценка чистоты текстильных нитей // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2014, № 2. С. 27...31.

22. Шустов Ю.С., Лебедева Н.П. Сравнительная оценка качества огнестойких тканей различных поставщиков нефтегазового комплекса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 1. С. 28...31.

23. Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Малавко Е.Н. Комплексная оценка механических свойств мебельных тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №6. С. 12...15.

#### REFERENCES

1. Omirova M.Z., Gruzdeva A.P., Chagina L.L., Azanova A.A. Issledovanie vodonepronitsaemosti materialov, ispol'zuemykh dlya izgotovleniya tentovykh izdeliy // Dizayn i tekhnologii. – 2020, № 76 (118). S.70...77.

2. Chagina L.L., Ryzhov E.S. Formirovanie nomenklatury svoystv materialov, opredelyayushchikh kachestvo tentov dlya vodnogo transporta // Tekhnologii i kachestvo. – 2018, № 1(39). S. 8...12.

3. STB ISO 2960-2002 (GOST ISO 2960-2002) Opredelenie prochnosti pri prodavlivanii i rastyazheniya prodavlivaniem metodom diafragmy. – M.: Izd-vo standartov, 2002.

4. Bazhenov V.I., Babinets S.V. Materialovedenie trikotazhno-shveytnogo proizvodstva. – M.: Legkaya industriya, 1971. S.37.

5. Zybin A.Yu. Avt. svid. № 167065.– Byulleten' izobreteniy, № 24, 1964, s. 50.

6. Rastenie I.K., Petrauskas A.V., Strazdas L.B., Gutauskas M.M. Pnevmaticheskiy pul'sator ERDT-2 // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 1970, № 4.

7. Kukin G.N. i dr. Tekstil'noe materialovedenie (tekstil'nye polotna i izdeliya). – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Legprombytizdat, 1992.

8. Koblyakov A.I. Struktura i mekhanicheskie svoystva trikotazha. – M.: Legkaya industriya, 1973.

9. Laboratornyy praktikum po tekstil'nomu materialovedeniyu / Pod red. A. I. Koblyakova. – M., 1986.

10. Ustroystvo dlya opredeleniya deformatsionnykh svoystv kozhi i podobnykh ey gibkikh materialov. Pat. 2354953 RF: G 01 N 33/36/ Baranova E.V., Lisienkova E.N., Stel'mashenko V.I., Salamatina A.V.; zayavitel' i patentoobladatel' Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet turizma i servisa - № 2007114927/28; zayav. 20.04.2007; opubl. 27.10.2008

11. DIN EN 12332-1-1998 Rubber or plastic coated fabrics - Determination of bursting strength - Part 1: Steel ball method // 1998. 7 s.

12. Membrane Structures Association of Japan, MSAJ/M-02-1995 – Testing Method for Elastic Constants of Membrane Materials, 1995.

13. ASTM D2136-02(2012) Standard Test Method for Coated Fabrics – Low-Temperature Bend Test // 2012.

14. Burkin A.N., Makhon' A.N., Pankevich D.K. Eksploatatsionnye svoystva tekstil'nykh materialov / Pod obshch. red. A.N. Burkina. – Vitebsk: VGTU, 2019.

15. Denisova O.N., Kiryukhin S.M. Sovershenstvovanie kompleksnoy otsenki kachestva tkaney Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, №2. S. 22...26.

16. Kiryukhin S.M., Plekhanova S.V. Osobennosti otsenki kachestva tekstil'nykh materialov // Dizayn i tekhnologii. – 2017, № 60(102). S. 61...69.

16. Chagina L.L. Metodika kompleksnoy otsenki kachestva l'nyanykh trikotazhnykh poloten dlya verkhnykh izdeliy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, №6. S. 16...21.

17. Marinkina M.A., Chagina L.L. Metodika kompleksnoy otsenki kachestva l'nyanykh trikotazhnykh poloten dlya kompressionnykh izdeliy // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2015, № 1(34). S. 39...43.

18. Omirova M.Z., Chagina L.L., Gruzdeva A.P. Kompleksnaya otsenka kachestva tentovykh materialov // Tekhnologii i kachestvo. – 2020, № 2 (48). S. 3...7.

19. Chagina L.L., Smirnova N.A. K voprosu opredeleniya urovnya kachestva l'nyanykh trikotazhnykh izdeliy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 1. S. 153...157.

20. Malysheva O.V., Gusev B.N. Sovershenstvovanie normativnoy otsenki kachestva trikotazhnykh bel'evykh izdeliy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, №2. S. 48...51.

21. Lun'kova S.V., Lysova M.A., Chistyakova N.E., Gusev B.N. Kompleksnaya otsenka chistoty tekstil'nykh nitey // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2014, № 2.S. 27...31.

22. Shustov Yu.S., Lebedeva N.P. Sravnitel'naya otsenka kachestva ognestoykikh tkaney razlichnykh postavshchikov neftegazovogo kompleksa // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, № 1. S. 28...31.

23. Shustov Yu.S., Kurdenkova A.V., Malavko E.N. Kompleksnaya otsenka mekhanicheskikh svoystv mebel'nykh tkaney // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2011, №6. S. 12...15.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 26.11.21.

## ИЗМЕНЕНИЕ ИНДЕКСА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

### HEAT TRANSFER INDEX CHANGE DEPENDING ON THE INTENSITY OF A HEAT FLOW

*A. N. ПЕТУХОВ, А. Ф. ДАВЫДОВ, Е. В. ДЕМОКРАТОВА, Г. М. ЧЕРНЫШЕВА*  
*A. N. PETUKHOV, A. F. DAVYDOV, E. V. DEMOKRATOVA, G. M. CHERNYSHEVA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: MadAlexeZ@mail.ru

*Для предотвращения нанесения вреда здоровью работника используется специальная одежда. Специальная одежда может быть изготовлена из тканей различного сырьевого состава. В работе проведены исследования по определению коэффициента теплопередачи  $TF (Q_0)$  и индекса передачи теплового излучения  $RHTI (Q_0)$  под действием теплового потока интенсивностью 20, 40, 60 и 80 кВт/м<sup>2</sup> для пяти тканей различного сырьевого состава. Построена гистограмма индекса передачи теплового излучения.*

*Special clothing is used to prevent harm to the health of the employee. Special clothing can be produced from fabrics of various raw materials. In this work, research has been carried out to determine the heat transfer coefficient  $TF (Q_0)$  and the heat transfer index  $RHTI (Q_0)$  under the action of a heat flow with an intensity of 20, 40, 60 and 80 kW/m<sup>2</sup>, for five fabrics of different raw materials. The histogram of the heat transfer index is plotted.*

**Ключевые слова:** специальная одежда, ткани, теплопередача, тепловое излучение, метод испытаний.

**Keywords:** special clothing, fabrics, heat transfer, heat radiation, test method.

В процессе трудовой деятельности работник подвергается рискам нанесения вреда здоровью. К вредным и опасным факторам относят: механические воздействия, повышенные и пониженные температуры, радиоактивные и рентгеновские излучения, электрический ток, электростатические заряды и поля, электрические и электромагнитные поля, нетоксичную пыль, токсичные вещества, воду и растворы нетоксичных веществ, растворы кислот, щелочей, нефть, нефтепродукты, масла и жиры, вредные биологические факторы.

Специальная одежда предназначена для защиты работника от данных рисков. В

Российской Федерации на каждый отдельный фактор риска действует отдельный ГОСТ. Также для многих профессий действуют отдельные ГОСТ, регламентирующие конкретные требования для соответствующей профессии. На территории России и странах Таможенного союза Евразийского экономического союза (ТС ЕАЭС) основные требования представлены в Технических регламентах, основным из них является ТР ТС 019/2011 [1]. Требования данного Технического регламента являются обязательными к соблюдению.

Классификация специальной одежды происходит по ГОСТ 12.4.103–83 [2]. В со-

ответствии с данным стандартом на специальную одежду наносится маркировка в виде эмблемы на верхнюю часть левого рукава или на нагрудном кармане. Эмблема представляет собой цветной графический знак размером (6,2 x 8,0) см с буквенными обозначениями защитных свойств. Прописная буква обозначает наименование защитной группы, строчная – подгруппу. Для специальной одежды и средств защиты рук, группа "От повышенных температур" состоит из следующих подгрупп.

- Обусловленных климатом (Тк) (только для специальной одежды);
- от теплового излучения (Ти);
- от открытого пламени (То);
- от искр, брызг расплавленного металла, окалины (Тр);
- от контакта с нагретыми поверхностями от 40 до 100 °С (Тп 100);
- от контакта с нагретыми поверхностями от 100 до 400 °С (Тп 400);
- от контакта с нагретыми поверхностями выше 400 °С (Тв);
- от конвективной теплоты (Тт) (только для специальной одежды).

Для специальной обуви:

- обусловленных климатом (Тк);
- от теплового излучения (Ти);
- от открытого пламени (То) (только для обуви из полимерных материалов);
- от искр, брызг расплавленного металла, окалины (Тр);
- от контакта с нагретыми поверхностями выше 45 °С только для специальной обуви (Тп);

Данный стандарт также подразумевает классификацию:

- по видам специальной защитной одежды;
- по способу защиты средства индивидуальной защиты ног;
- по видам специальной обуви;
- в зависимости от предохраняемых частей ног;
- по видам средства индивидуальной защиты рук;
- в зависимости от конструкции перчатки;
- по характеру применения средства индивидуальной защиты рук и ног.

ТР ТС 019/2011 подразумевает фиксирование индекса передачи теплового излучения по ГОСТ Р ИСО 6942–2007 [3]. Норматив для теплового потока 20 кВт/м<sup>2</sup> составляет 8 секунд.

ГОСТ Р ИСО 6942–2007 состоит из метода А и В. Метод А заключается в выдерживании испытуемого образца под действием плотности теплового потока определенного уровня, определенное время с последующим осмотром на изменение внешнего вида (усадка, обугливание, обесцвечивание, подпаливание, раскаленные места, тление, расплавление и т.д.).

В методе В, как и в методе А, испытуемый образец выдерживается под действием теплового излучения определенного уровня ( $Q_0$ ), и фиксируется пороговое время на подъем температуры на 12 и 24 °С. По формуле (1) рассчитывается плотность пропущенного теплового потока  $Q_c$ :

$$Q_c = \frac{MC_p \cdot 12}{A(t_{24} - t_{12})}, \quad (1)$$

где  $M$  – масса медной пластины, кг;  $C_p$  – удельная теплоемкость меди, равная 0,385 кДж/(кг·°С);  $12/(t_{24}-t_{12})$  – средняя скорость подъема температуры калориметра на отрезке между значениями 12 °С и 24 °С, °С/с;  $A$  – площадь медной пластины, м<sup>2</sup>.

Для необходимого уровня падающего теплового потока ( $Q_0$ ), коэффициент теплопередачи  $TF(Q_0)$  рассчитывается как отношение плотности пропущенного теплового потока ( $Q_c$ ) к падающему ( $Q_0$ ) в процентах:

$$TF(Q_0) = \frac{Q_c}{Q_0}. \quad (2)$$

Для необходимого уровня падающего теплового потока ( $Q_0$ ) индексом передачи теплового излучения  $RHTI(Q_0)$  является среднее время  $t_{24}$  для подъема температуры калориметра на (24,0±0,2)°С с точностью до одной десятой секунды.

В зависимости от плотности падающего теплового потока ( $Q_0$ ) классифицируют различные уровни, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Низкие уровни	от 5 до 10 кВт/м <sup>2</sup>
Средние уровни	от 20 до 40 кВт/м <sup>2</sup>
Высокий уровень	80 кВт/м <sup>2</sup> и выше

Для пошива специальной одежды наиболее часто используются хлопчатобумажные ткани (100%-ный хлопок или с вложением полиэфирных волокон) саржевого переплетения поверхностной плотностью 210...250 г/м<sup>2</sup>. Обычно такая ткань маркируется как "для защиты от общепроизводственных загрязнений". Для каждого отдельного вредного и опасного фактора предлагаются более специализированные защитные ткани.

Для проведения испытания используется стенд компания Метротекс [4...10], предназначенный для проведения испытаний по проверке защитных свойств материалов, используемых в теплозащитной одежде при воздействии теплового излучения в соответствии с методами ГОСТ Р ИСО 6942–2007.

Для проведения испытания по методу В заготавливаются три образца размером (230 x 80) мм. Испытуемые образцы выдерживаются при температуре (20±2)°С и относительной влажности (65±2) % не менее 24 ч. Испытания проводятся в помещении, где температура находится между

15...35°С и где нет движения воздуха. Перед каждым последующим испытанием калориметр охлаждается до комнатной температуры ±2°С.

Перед проведением испытаний производится калибровка калориметра для необходимого уровня теплового излучения  $Q_0$ . После калибровки держатель с образцом устанавливается на каретку, открывается защитный экран и выдерживается в течение времени, необходимого для подъема на 24°С.

Для проведения испытаний были выбраны следующие ткани для производства специальной одежды на защиту от повышенных температур:

- Frall 440 (100% хлопок);
- Frall 330 (100% хлопок);
- FlameFort W-280 (100% арамид);
- FlameFort 210A (100% арамид);
- TenCate Tecasafe Plus (51% модакрил, 43% целлюлозное волокно, 5% параамид, 1% антистатическая нить).

В табл. 2 (средние значения индекса передачи теплового излучения  $R_{HTI} (Q_0)$  и коэффициента вариации при воздействии различных тепловых потоков) приведены данные показателей индекса передачи теплового излучения  $R_{HTI} (Q_0)$  для данных тканей.

Таблица 2

Наименование тканей	Тепловой поток 20 кВт/м <sup>2</sup>		Тепловой поток 40 кВт/м <sup>2</sup>		Тепловой поток 60 кВт/м <sup>2</sup>		Тепловой поток 80 кВт/м <sup>2</sup>	
	$R_{HTI} (Q_0), c$	$Cv, \%$	$R_{HTI} (Q_0), c$	$Cv, \%$	$R_{HTI} (Q_0), c$	$Cv, \%$	$R_{HTI} (Q_0), c$	$Cv, \%$
Frall 440	15,8	2,2	9,2	1,1	6,6	1,5	5,0	2,6
Frall 330	14,1	0,7	8,1	2,0	6,0	1,9	4,5	1,3
FlameFort W-280	15,2	2,1	8,4	3,0	6,2	4,9	4,9	1,6
FlameFort 210A	13,8	1,3	7,4	1,0	5,2	0,2	4,2	2,8
TenCate Tecasafe Plus	13,6	0,5	7,5	1,5	5,1	2,3	4,2	3,4

На основе данных табл. 2 построена гистограмма (рис. 1).

Все выбранные ткани удовлетворяют ТР ТС 019/2011 (выдерживают более 8 с при тепловом излучении 20 кВт/м<sup>2</sup>).

Наибольшая защита от повышенной температуры у ткани для производства специальной одежды Frall 440 (15,8 с), наименьшая – TenCate Tecasafe Plus (13,6 с), меньше на 13,9%.



Рис. 1

При повышении теплового излучения до 40 кВт/м<sup>2</sup> средний индекс передачи теплового излучения RHTI ( $Q_0$ ) в среднем уменьшается на 43,8% по сравнению с 20 кВт/м<sup>2</sup>. Для данного уровня теплового потока норматив по ТР ТС 019/2011 не предусмотрен. Наибольший индекс у Frall 440 и составил – 9,2 с, наименьший – 7,4 с у FlameFort 210A (на 19,6% меньше). Из-за сырьевого состава у тканей Frall 440, Frall 330 и TenCate Tecasafe Plus происходит охрупчивание (структура материала становится ломкой, хрупкой). У тканей FlameFort W-280 и FlameFort 210A происходит изменение внешнего вида (выцветание).

При повышении теплового излучения до 60 кВт/м<sup>2</sup> средний индекс передачи теплового излучения RHTI ( $Q_0$ ) в среднем уменьшается на 28,4% по сравнению с 40 кВт/м<sup>2</sup>. Для Frall 440 составляет 6,6 с (наибольшее) и TenCate Tecasafe Plus – 5,1 с (наименьшее, на 22,7% меньше Frall 440). У тканей Frall 440, Frall 330 и TenCate Tecasafe Plus происходит дальнейшее охрупчивание, а выцветание у FlameFort W-280 и FlameFort 210A становится сильнее.

При повышении теплового излучения до 80 кВт/м<sup>2</sup> средний индекс передачи теплового излучения RHTI ( $Q_0$ ) в среднем уменьшается на 20,8% по сравнению с 60 кВт/м<sup>2</sup>. И для Frall 440 составляет 5,0 с (наибольшее) и TenCate Tecasafe Plus – 4,2 с (наименьшее, на 16,0% меньше Frall 440).

1. Если использовать ткань для пошива специальной одежды для защиты от теплового излучения 20 кВт/м<sup>2</sup>, то могут быть использованы все представленные ткани, так как они соответствуют ТР ТС 019/2011 (выдерживают более 8 с). В данной статье, в дополнение к стандартной методике для теплового излучения 20 кВт/м<sup>2</sup>, были проведены испытания для теплового излучения 40, 60 или 80 кВт/м<sup>2</sup>, так как такие потоки встречаются в экстремальных условиях. Для данных потоков не предусмотрен норматив. ТР ТС 019/2011 необходимо дополнить нормативами для теплового излучения 40, 60 или 80 кВт/м<sup>2</sup>.

2. При защите от теплового излучения 40, 60 или 80 кВт/м<sup>2</sup> предпочтение лучше отдавать арамидным тканям (FlameFort W-280 и FlameFort 210A), так как после воздействия теплового излучения происходит выцветание, но прочностные характеристики сохраняются на таком же уровне, по сравнению с хлопковыми тканями (Frall 440 и Frall 330), у которых происходит охрупчивание. У ткани для производства специальной одежды TenCate Tecasafe индекс передачи теплового излучения для теплового излучения 40, 60 и 80 кВт/м<sup>2</sup> соответствует FlameFort 210A, но у первой ткани также происходит охрупчивание из-за сырьевого состава.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технический Регламент Таможенного Союза ТР ТС 019/2011 "О безопасности средств индивидуальной защиты".
2. ГОСТ 12.4.103–83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация.
3. ГОСТ Р ИСО 6942–2007. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения.
4. Прибор для испытания материала и пакетов материала, подвергаемых воздействию источников теплового излучения по ГОСТ Р ИСО 6942–2007 МТ 265 URL: <https://www.metrotex.ru/products/mt-265> (дата обращения: 15.03.2021)

5. Иванов Н.А., Шустов Ю.С. Определение порогового времени контактирования тканей специального назначения в условиях повышенной температуры // Сб. мат. Всерос. научн. конф.: Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (Инновации-2020), посвященная Юбилейному году в ФГБОУ ВО РГУ имени А.Н. Косыгина. Часть 2. – 2020. С.9...14.

6. Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Давыдов А.Ф., Журавлева Е.М. Исследование защитных свойств тканей для одежды сварщиков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 103...107.

7. Bulanov Y.I., Kurdenkova A.V., Shustov Y.S. Establishing correlation between cutting load and punching force taking account of impact of external factors // Fibre Chemistry. – V. 51, № 2, 2019. P. 135...138.

8. Chernyshev M.V., Davydov A.F., Chernysheva G.M. Complex estimation of fabrics for sewing clothing for workers in oil refining plants // Fibre Chemistry. – V. 49, № 1, 2017. P. 67...69.

9. Baida O.N., Davydov A.F. Prediction of the development of burns in a worker dressed in protective clothing in case of exposure to flare flame // Fibre Chemistry. – V. 51, № 4, 2019. P. 286...288.

10. Чернышев М.В., Давыдов А.Ф., Чернышева Г.М. Оценка показателей качества для тканей при пошиве специальной одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 1. С.32...35.

#### REFERENCES

1. Tekhnicheskiy Reglament Tamozhennogo Soyuza TR TS 019/2011 "O bezopasnosti sredstv individual'noy zashchity".

2. GOST 12.4.103–83. Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Odezhda spetsial'naya zashchitnaya, sredstva individual'noy zashchity nog i ruk. Klassifikatsiya.

3. GOST R ISO 6942–2007. Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Odezhda dlya zashchity ot

tepla i ognya. Metody otsenki materialov i paketov materialov, podvergaemykh vozdeystviyu istochnika teplovogo izlucheniya.

4. Pribor dlya ispytaniya materiala i paketov materiala, podvergaemykh vozdeystviyu istochnikov teplovogo izlucheniya po GOST R ISO 6942–2007 MT 265 URL: <https://www.metrotex.ru/products/mt-265> (data obrashcheniya: 15.03.2021)

5. Ivanov N.A., Shustov Yu.S. Opredelenie porogovogo vremeni kontaktirovaniya tkaney spetsial'nogo naznacheniya v usloviyakh povyshennoy temperatury // Sb. mat. Vseros. nauchn. konf.: Innovatsionnoe razvitie tekhniki i tekhnologii v promyshlennosti (Innovatsii-2020), posvyashchennaya Yubileynomu godu v FGBOU VO RGU imeni A.N. Kosygina. Chast' 2. – 2020. S.9...14.

6. Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S., Davydov A.F., Zhuravleva E.M. Issledovanie zashchitnykh svoystv tkaney dlya odezhdy svarschikov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 4. S. 103...107.

7. Bulanov Y.I., Kurdenkova A.V., Shustov Y.S. Establishing correlation between cutting load and punching force taking account of impact of external factors // Fibre Chemistry. – V. 51, № 2, 2019. P.135...138.

8. Chernyshev M.V., Davydov A.F., Chernysheva G.M. Complex estimation of fabrics for sewing clothing for workers in oil refining plants // Fibre Chemistry. – V. 49, № 1, 2017. P. 67...69.

9. Baida O.N., Davydov A.F. Prediction of the development of burns in a worker dressed in protective clothing in case of exposure to flare flame // Fibre Chemistry. – V. 51, № 4, 2019. P. 286...288.

10. Chernyshev M.V., Davydov A.F., Chernysheva G.M. Otsenka pokazateley kachestva dlya tkaney pri poshivе spetsial'noy odezhdy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 1. S.32...35.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 25.10.21.

## ОЦЕНКА РЕЛАКСАЦИИ УСИЛИЙ ПРИ ИЗГИБЕ БОРТОВЫХ ТКАНЕЙ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

### EVALUATION OF FORCES RELAXATION DURING BENDING OF BOARD FABRICS TAKING INTO ACCOUNT THE PREDICTION OF THEIR FUNCTIONAL PROPERTIES

*В.В. ЛАПШИН, Н.А. СМЕРНОВА, К.Э. РАЗУМЕЕВ, В.В. ЗАМЫШЛЯЕВА, С.В. БОЙКО*  
*V.V. LAPSHIN, N.A. SMIRNOVA, K.E. RAZUMEEV, V.V. ZAMYSHLYAEVA, S.V. BOYKO*

(Костромской государственной университет,  
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Kostroma State University,  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: vlv1000@mail.ru; nadejda.smirnova.a@yandex.ru; ker2210@yandex.ru

*В статье приведены результаты исследований свойств современных бортовых тканей методом кольца на автоматизированной измерительной системе. Предложено прогнозирование зависимости релаксации усилий при изгибе по утку бортовых тканей от их поверхностной плотности и линейной плотности нитей с использованием компьютерной программы "Neuro-Prognosis", разработанной на основе искусственных нейронных сетей. Интеллектуальная система содержит функции накопления данных о показателях качества материалов, полученных при испытаниях, обучения с учителем по алгоритму обратного распространения ошибки, представления и сохранения данных. По результатам исследований возможно создание самостоятельной подсистемы прогнозирования и учета свойств материалов в системе автоматизированного проектирования (САПР) одежды.*

*The article presents the results of studies of the modern bead fabrics properties by the ring method on an automated measuring system. It is proposed to predict the dependence of the forces relaxation during weft bending of bead fabrics on their surface density and linear density of threads using the computer program "Neuro-Prognosis" developed on the basis of artificial neural networks. The intelligent system contains the functions of accumulating data on the quality indicators of materials obtained during testing, learning with a teacher using the error backpropagation algorithm, presenting and saving data. According to the research results, it is possible to create an independent subsystem for predicting and accounting for the properties of materials in the computer-aided design (CAD) system of clothing.*

**Ключевые слова:** бортовые ткани, характеристики изгиба, автоматизированная система, нейронные сети.

**Keywords:** bead fabrics, bend characteristics, automated system, neural networks.

Деформация изгиба изучается широко [1...3]. Для определения характеристик изгиба бортовых тканей рекомендуется стан-

дартный метод (ГОСТ 8977-74), который позволяет оценить условную жесткость и условную упругость при помощи прибора



ПЖУ-12 методом кольца по циклу "нагрузка–разгрузка–отдых".

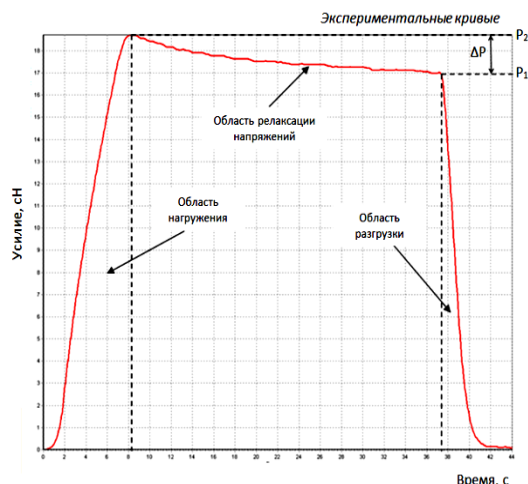


Рис. 1

В Костромском государственном университете разработан более информативный метод кольца с использованием автоматизированной системы [4], позволяющей реализовать запись диаграммы изменения усилия при одноцикловом испытании бортовой ткани на изгиб в режиме реального времени

(рис. 1) и оценить величину и характер изменения усилия при заданной деформации пробы.

Релаксация усилия – изменение усилия при заданной деформации, которое характеризует способность материала сопротивляться изгибу. Чем меньше величина падения усилия, тем более активно материал сопротивляется деформированию.

В современных условиях существует проблема прогнозирования качества швейных изделий по показателям свойств материалов, используемых для их изготовления [5...9]. Важно знать, не только какие характеристики свойств тканей, но и как они изменяются. Актуальность исследований изменений усилия при постоянной деформации изгиба и разработки метода прогнозирования обусловлена обновлением ассортимента современных бортовых тканей и возросшими требованиями к качеству швейных изделий. Современные бортовые ткани разнообразны по волокнистому составу (табл. 1) и отличаются от классического ассортимента.

Т а б л и ц а 1

Артикул	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Линейная плотность нитей, текс		Плотность ткани (число нитей на 10 см)		Жесткость по основе P <sub>о</sub> , сН	Жесткость по утку P <sub>у</sub> , сН	Релаксация усилия изгиба по утку ΔP <sub>у</sub> , %
			T <sub>о</sub>	T <sub>у</sub>	P <sub>о</sub>	P <sub>у</sub>			
F9012N	хлопок – 33, ЖВ – 33, ПЭ – 34	185	40	90	160	140	1,25	16,9	17,2
ВН911	хлопок – 42, ЖВ – 23, ПЭ – 23, Ввис – 12	190	34	80	255	130	1,3	14,1	0,7
CS900S	хлопок – 3, ЖВ – 33, ПЭ – 64	160	40	80	140	125	22,9	10,0	13
ВН231	хлопок – 27, ЖВ – 36, ПЭ – 10, Ввис – 27	196	20	100	255	150	21,6	12,9	8,5
215091	хлопок – 35, ЖВ – 20, ПЭ – 45	190	48	100	150	125	33,6	19,0	23,7
274473	ЖВ – 32, ПЭ – 68	185	56	104	125	115	11,1	12,2	9,8
215090	хлопок – 23, ЖВ – 33, ПЭ – 32, Ввис – 12	170	40	80	145	135	25,4	11,9	26,9
СТ139	хлопок – 2, ЖВ – 24, ПЭ – 48, Ввис – 26	200	48	132	180	92	56,0	13,8	9,4
СТ400	ЖВ – 35, ПЭ – 65	192	32	80	165	150	10,3	15,0	6,7
DB9308	хлопок – 2, ЖВ – 24, ПЭ – 48, Ввис – 26	200	40	80	196	150	11,4	8,8	8,1

WO543c	хлопок – 13, ЖВ – 23, ПЭ – 46, Ввис – 18	205	34	130	240	100	4,2	5,9	1,7
СТ119	хлопок – 16, ЖВ – 24, ПЭ – 40, Ввис – 20	185	40	90	185	125	3,2	6,4	9,4
F313A	хлопок – 35, ПЭ – 33, ЖВ – 32	175	20	80	290	150	11,4	10,5	4,8
F8824	хлопок – 22, ПЭ – 12, ЖВ – 35, Ввис – 16, лен – 15	210	22	120	210	140	2,4	10,8	17,6
SD13	ПЭ – 100	170	32	86	165	150	24,0	51,1	23,7

Для изготовления бортовых тканей используются трех-, четырех- и пятикомпонентные смеси, содержащие хлопок, лен, полиэфирные, вискозные волокна и животный волос.

Градации бортовых тканей по жесткости (ГОСТ 24684–87) предусматривает деление их на 3 группы: I группа – 4,5...7 сН, II группа – 7,1...15 сН, III группа – 15,1...30 сН. Проведенные исследования показали, что по основной нормируемой характеристике изгиба бортовых тканей, условной жесткости, в направлении, ответственном за устойчивость бортовой прокладки (см. табл. 1), современный ассортимент бортовых тканей представлен всеми тремя группами жесткости. Учитывая результаты экспериментальных исследований бортовых тканей, целесообразно внести уточнение в градацию III группы – более 15,1 сН. Жесткость синтетической ткани значительно превышает границу III группы жесткости ( $50 > 30$  сН). Экспериментальные резуль-

таты показали, что жесткость тканей по утку чаще больше жесткости по основе, что можно объяснить большей толщиной уточных нитей и наличием в них животного волоса, поэтому основной слой бортовой прокладки предпочтительнее выкраивать по утку [10].

Для прогнозирования использована интеллектуальная система, созданная на базе искусственных нейронных сетей (ИНС) [11]. Система реализует функции обучения ИНС с учителем по алгоритму обратного распространения ошибки и обобщает экспериментальные результаты показателей релаксации усилия при изгибе. Интеллектуальная система содержит функции накопления данных о показателях качества материалов, полученных при испытаниях, представления и сохранения данных. В процессе обучения происходит уменьшение средней относительной ошибки обучения, что характеризует приближение аппроксимирующей поверхности к экспериментальным данным.

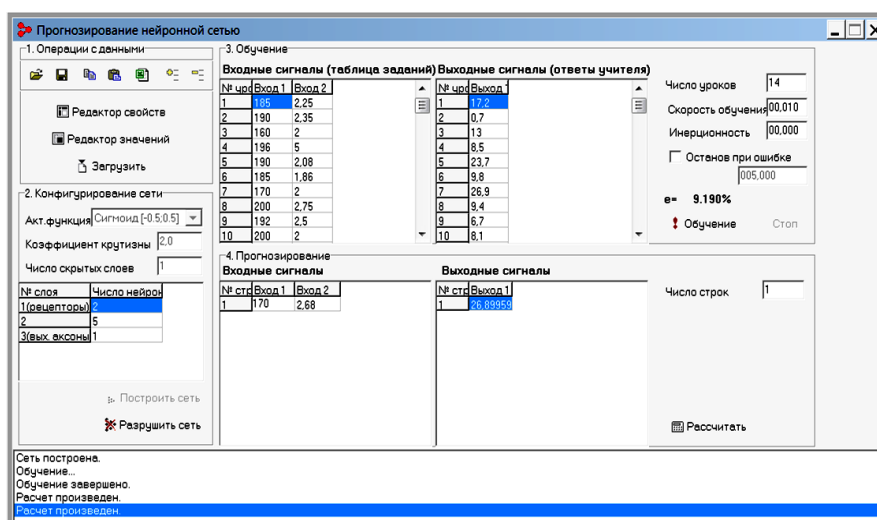


Рис. 2

Прогнозирование релаксации усилия при изгибе бортовых тканей осуществлялось по разработанной компьютерной программе "Neuro-Prognosis" [12]. Входными параметрами выбраны поверхностная плотность бортовых тканей ( $M_s$ , г/м<sup>2</sup>) и линейная плотность нитей ( $T_y/T_0$ ). Окно программы прогнозирования свойств текстильных материалов "Neuro-Prognosis" показано на рис. 2.

По экспериментальным значениям ИНС аппроксимирует непрерывную поверхность зависимости падения усилия при изгибе от входных параметров, которую можно принять за реальную в области рабочих значений. На рис. 3 представлена экспериментальная зависимость падения усилия при изгибе по утку  $\Delta P_y$  ( $M_s$ ,  $T_y/T_0$ ) и зависимость  $\Delta P_y^{НС}$  ( $M_s$ ,  $T_y/T_0$ ) генерируемая ИНС.

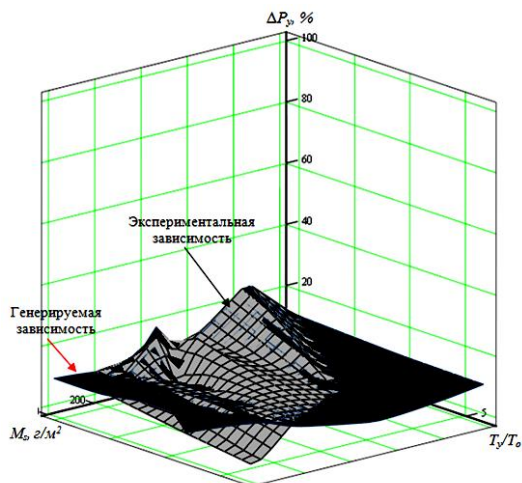


Рис. 3

Проверка качества прогнозирования падения усилия при изгибе с использованием ИНС (рис. 3 – экспериментальная и генерируемая зависимости падения усилия при изгибе по утку бортовых тканей от поверхностной плотности и линейной плотности нитей) проводилась на бортовой ткани арт. SD13 (табл. 1), не вошедшей в обучающую выборку. Полученное экспериментальное падение усилия 23,7%, прогнозируемое – 26,8%. Ошибка прогнозирования составляет 11%. Выполненная проверка свидетельствует о возможности прогнозирования

падения усилия при изгибе бортовых тканей.

Достоинством рассматриваемой системы является практически полное исключение человека из процессов организации структуры сети и обучения, что является ценным в создании самостоятельной подсистемы прогнозирования и учета свойств материалов в САПР одежды.

## ВЫВОДЫ

1. Представлены справочные сведения по жесткости и падению усилия при изгибе современных бортовых тканей, которые получены исследованием характеристик изгиба по разработанной автоматизированной методике и рекомендуются к использованию при проектировании одежды.

2. Предложена оценка падения усилия при изгибе бортовых тканей современного ассортимента с использованием интеллектуальной системы, построенной на базе искусственных нейронных сетей с применением разработанной компьютерной программы "Neuro-Prognosis".

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белокуров В.Н. Описание резонансного метода определения деформационных характеристик текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3. С.14...16.
2. Chen M.X., Sun Q.P., Wu Z., Yuen M.F. A wrinkled membrane model for cloth draping with multigrid acceleration // Trans. ASME. J. Manuf. Sci. and Eng. – 1999, №4. С. 695...700.
3. Жихарев А.П. Теоретические основы и экспериментальные методы исследований для оценки качества материалов при силовых, температурных и влажностных воздействиях. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2003. С. 91...103.
4. Лапшин В.В., Смирнова Н.А. Автоматизированный измерительный комплекс как реализация концепции цифровизации в легкой промышленности. – Кострома: Изд-во Костром. гос. ун-та, 2019.
5. Komatsu Kaori, Niwa Masako. Прогнозирование свойств одежды // J. Text. Mach. Soc. Jap. – 1978, №1. С. 42...49.
6. Стельмашенко В.И., Розаренова Т.В. Материалы для одежды и конфекционирование. – М.: Академия, 2008.
7. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности

ности (швейное производство). – М.: Академия, 2008.

8. Бuzов Б.А., Румянцева Г.П. Материалы для одежды. Ткани. – М.: Изд-во ИД "ФОРУМ"-ИНФРА, 2012.

9. Лобья Л.И., Романов В.Е., Сталевич А.М. Ползучесть и релаксация напряжения тканей // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1990, №5.

10. Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Хромеева И.А., Лапшин В.В. Экспериментальное обоснование формирования бортовой прокладки для изделий костюмной группы // Изв. вузов. Технология легкой промышленности – 2019. Т. 46, №4. С. 92...96.

11. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018619528 "Neuro-Prognosis" / Лапшин В.В., Козловский Д.А., Ершов В.Н., Смирнова Н.А., Замышляева В.В.; правообладатель ФГБОУ ВО "Костромской государственный университет" №2018616521; заявл. 25.06.2018; дата регистрации 07.08.2018.

#### REFERENCES

1. Belokurov V.N. Opisanie rezonansnogo metoda opredeleniya deformatsionnykh kharakteristik tekstil'nykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, №3. S.14...16.

2. Chen M.X., Sun Q.P., Wu Z., Yuen M.F. A wrinkled membrane model for cloth draping with multigrid acceleration // Trans. ASME. J. Manuf. Sci. and Eng. – 1999, №4. S. 695...700.

3. Zhikharev A.P. Teoreticheskie osnovy i eksperimental'nye metody issledovaniy dlya otsenki kachestva materialov pri silovykh, temperaturnykh i vlazhnostnykh vozdeystviyakh. – М.: ИТs MGUDT, 2003. S. 91...103.

4. Lapshin V.V., Smirnova N.A. Avtomatizirovannyi izmeritel'nyy kompleks kak realizatsiya kontseptsii tsifrovizatsii v legkoy promyshlennosti. – Kostroma: Izd-vo Kostrom. gos. un-ta, 2019.

5. Komatsu Kaori, Niwa Masako. Prognozirovaniye svoystv odezhdy // J. Text. Mach. Soc. Jap. – 1978, №1. S. 42...49.

6. Stel'mashenko V.I., Rozarenova T.V. Materialy dlya odezhdy i konfeksionirovaniye. – М.: Akademiya, 2008.

7. Buzov B.A., Alymenkova N.D. Materialovedeniye v proizvodstve izdeliy legkoy promyshlennosti (shvey-noe proizvodstvo). – М.: Akademiya, 2008.

8. Buzov B.A., Romyantseva G.P. Materialy dlya odezhdy. Tkani. – М.: Изд-во ИД "ФОРУМ"-ИНФРА, 2012.

9. Lob'ya L.I., Romanov V.E., Stalovich A.M. Polzuchest' i relaksatsiya napryazheniya tkaney // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 1990, №5.

10. Zamyshlyayeva V.V., Smirnova N.A., Khromeeva I.A., Lapshin V.V. Eksperimental'noye obosnovaniye formirovaniya bortovoy prokladki dlya izdeliy kostyumnoy gruppy // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2019. Т. 46, №4. S. 92...96.

11. Osovskiy S. Neyronnye seti dlya obrabotki informatsii. – М.: Finansy i statistika, 2002.

12. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM №2018619528 "Neuro-Prognosis" / Lapshin V.V., Kozlovskiy D.A., Ershov V.N., Smirnova N.A., Zamyshlyayeva V.V.; правообладатель ФГБОУ ВО "Костромской государственный университет" №2018616521; заявл. 25.06.2018; дата регистрации 07.08.2018.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров КГУ. Поступила 26.11.21.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЕТСКОЙ ОБУВИ

### STUDY OF THE RIGIDITY OF INDIVIDUAL STRUCTURES OF CHILDREN'S SHOES

*В.В. КОСТЫЛЕВА, О.В. СИНЕВА, А.А. НИКИТИН, И.Р. ТАТАРЧУК,  
А.И. КАРАСЕВА, Ю.С. КОНАРЕВА*

*V.V. KOSTYLEVA, O.V. SINEVA, A.A. NIKITIN, I.R. TATARCHUK,  
A.I. KARASEVA, YU.S. KONAREVA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
ЗАО "Московская обувная фабрика "Парижская коммуна")

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))  
CJSC "Moscow Shoe Factory "Paris Commune")

E-mail: ttp@ivgpu.com

*В работе предложены научно-практические решения задачи по разработке здоровьесберегающих эргономичных конструкций детской обуви. В частности, в исследовании обосновано использование новой конструкции прибора для определения жесткости обуви при изгибе. Представлены результаты, полученные в ходе испытания на приборе различных конструкций детской обуви.*

*The paper proposes scientific and practical solutions to the problem of developing health-saving ergonomic designs for children's shoes. In particular, the study substantiated the use of a new design of the device for determining the stiffness of shoes in bending. The results obtained in the course of testing various designs of children's shoes on the device are presented.*

**Ключевые слова:** детская обувь, жесткость обуви, конструкция верха, подошва, стелечный узел, эргономические свойства.

**Keywords:** children's shoes, shoe stiffness, upper construction, sole, insole knot, ergonomic properties.

#### *Введение*

Анализ литературных данных свидетельствует, что проблема повышения качества детских изделий является актуальной задачей, решение которой в значительной степени связано с обеспечением нормального функционирования и развития ребенка [1...4]. Показано, что в комплексе свойств, формирующих качество детской обуви, первостепенную роль играют ее эргономические свойства, обеспечивающие удобство, комфорт при носке и способствующие профилактике наиболее распространенных деформаций, как стопы, так и всего

опорно-двигательного аппарата [2], [3]. К числу наиболее важных физиологических показателей рациональной конструкции детской обуви, обеспечивающих нормальное функционирование опорно-двигательного аппарата, относится изгибная жесткость (гибкость) обуви [2], [3], [5].

#### *Материалы и методы*

Проблемы формирования и состояния архитектуры стопы усугубляются при ношении неправильно подобранной обуви. Поэтому жесткость обуви нельзя рассматривать отдельно от биомеханики ходьбы.

По-прежнему сохраняется актуальность определения комплексного показателя качества обуви и обувных материалов по результатам лабораторных и стендовых испытаний в условиях, близких к реальным эксплуатационным с участием и без участия человека; опытной носки; взаимосвязью лабораторных показателей с технологическими и эксплуатационными.

Одной из важнейших задач общей проблемы комплексной оценки качества обуви и ее деталей является разработка новых приборов и инструментальных методов испытаний, допускающих моделирование условий ходьбы, а также объективную оценку качества как изделия в целом, так и отдельных его узлов, и прогнозирование их поведения в процессе эксплуатации обуви [6].

Исследования проводились на экспериментальном приборе [7], разработанном на кафедре художественного моделирования, конструирования и технологии изделий из кожи РГУ имени А.Н. Косыгина.

Он содержит платформу с шарнирно закрепленной на ней подъемной площадкой, узел для закрепления образца, стойки с закрепленным электронным динамометром и рамкой-упором для каблука, шкалу для угловых измерений.

За счет основания, подвижного относительно стойки с измерительным элементом и упором каблука, можно проводить испытания обуви любых размеров, учитывая возникающее изменение плеча приложения сил, без больших временных затрат. В конструкции прибора в качестве измерительного элемента используется портативный динамометр малых напряжений, что значительно упрощает испытания. Электронный динамометр малых напряжений работает от портативного источника энергии и не требует подключения к сети электропитания.

Кроме того, прибор легко разбирается на отдельные узлы. Единственным условием для его эксплуатации является наличие ровной поверхности, на которой фиксируется платформа, для определения жесткости обуви.

Несмотря на то, что при испытаниях изгибают носочно-пучковую часть, представленный прибор не относится к группе уже существующих, так как фактически усиливает,

необходимое для изгиба, снимается с пяточной части образца.

Такое решение позволяет получить данные в условиях, близких к реальным процессам воздействия обуви на стопу. Кроме того, использование динамометра малых напряжений в конструкции прибора позволяет проводить измерения с погрешностью 0,4%.

#### *Результаты и обсуждения*

К исследованию было принято 22 конструкции детской обуви, которые при определении изгибной жесткости были условно распределены на 5 групп, так как стояла задача получить оценку изделий по показателю "жесткость при изгибе". Поэтому полученные значения нужно использовать только для подтверждения факта соответствия детской обуви предъявляемым требованиям.

Каждый образец 10 раз подвергался изгибу на угол 25°, при котором и фиксировалось усилие. Средние значения показателей заносились в таблицы.

Так, в табл.1 представлены результаты измерения изгибной жесткости детской обуви 20 размера, имеющей одинаковую подошву, но различные виды конструкции верха.

Данные табл. 1 свидетельствуют, что, несмотря на различную конструкцию верха, изгибная жесткость образцов лишь незначительно отличается. Следовательно, верх обуви в малой степени влияет на общую жесткость обуви. Кроме того, верх обуви всех образцов выполнен из натуральной кожи, что минимизирует их отличие по показателю жесткости.

В табл. 2 представлены результаты исследования образцов 24 размера, также имеющие одинаковые подошвы, но различные конструкции верха.

Образцы под номерами 2.1, 2.2 и 2.5 показали близкие значения жесткости. Образцы 2.3 и 2.4 так же показали близкие значения жесткости, однако они заметно превышают жесткость остальных. Так как из табл.1 видно, что такая разница показателей не могла быть вызвана различием конструкций верха, то наиболее вероятной причиной повышенной изгибной жесткости образцов 2.3 и 2.4 является стелечный узел, отличный от остальных образцов.

Т а б л и ц а 1

№	Модель обуви	Размер	Вид конструкции верха	Подошва	Основная стелька	Изгибная жесткость обуви, Н
1.1		20	Туфли	ТЭП ВІССО	Стелечный узел ST80165	3,5
1.2			Туфли открытые		Стелечный узел ST80180	3,6
1.3			Ботинки		Стелечный узел STPICCO	3,7
1.4			Туфли		Стелечный узел STPICCO	3,4
1.5			Туфли		Стелечный узел STPICCO	3,5

Т а б л и ц а 2

№	Модель обуви	Размер	Вид конструкции верха	Подошва	Основная стелька	Изгибная жесткость обуви, Н
2.1		24	Ботинки	ТЭП VERA	Стелечный узел STKROSH	8,4
2.2			Ботинки		Стелечный узел STKROSH	8,8
2.3			Туфли открытые		Стелечный узел ST80112	11,4
2.4			Туфли		Стелечный узел ST80340	11
2.5			Туфли		Стелечный узел STKROSH	8

По результатам проведенных исследований детских туфель, ботинок и сапог, изготавливаемых ЗАО "МОФ "Парижская коммуна", выявлено, что:

- использование ИК в качестве материала верха делает обувь более жесткой по сравнению с моделями с верхом из кожи или текстиля;

- при прочих равных условиях наибольшее влияние на жесткость обуви оказывает конструкция подошвы. Наличие вертикального борта по периметру подошвы приводит к значительному увеличению жесткости в сравнении с моделями, где он отсутствует;

- конструкции стелечного узла, при прочих равных условиях, могут явиться инструментом регулирования показателей изгибной жесткости обуви.

## В Ы В О Д Ы

Исследования показали, что материалы и конструкция верха обуви не оказывают большого влияния на общую изгибную жесткость. Исключение составляет случай, когда верх выполняется из жестких полимерных материалов. При неизменном составе материалов наибольшее влияние на жесткость обуви оказывает конструкция низа. Наличие вертикального борта по периметру подошвы приводит к значительному увеличению жесткости в сравнении с моделями, где он отсутствует. Как показывают результаты, немаловажным элементом в формировании жесткости является стелечный узел. Использование разных вариантов стелечного узла, при прочих равных условиях, наряду с конструкцией подошвы, может явиться инструментом для варьирования показателей изгибной жесткости обуви. Полученные результаты рекомендуются к использованию для совершенствования конструкций детской обуви, которое должно осуществляться с учетом физико-механических свойств материалов верха и низа, конструкций стелечных узлов и подошв. Исследованная обувь ЗАО "МОФ "Парижская коммуна" по показателям жесткости отвечает наилучшим образцам, обеспечивает нормальное развитие стоп детей, то есть является здоровьесберегающей и, следовательно, конкурентоспособной.

1. Ковалев А.Л., Горбачик В.Е. Влияние изгибной жесткости обуви на биомеханические параметры ходьбы детей // Стопа и вопросы построения рациональной обуви. – М : ЦИТО, 1980. С. 34...37.

2. Милушкова Ю.В., Ковалев А.Л., Горбачик В.Е. Анализ методов измерения изгибной жесткости обуви // Дизайн и технологии. – 2013, № 36 (78). С. 21...27.

3. Келесова У.С. Исследование актуальных задач эргономического проектирования детской одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 3. С. 97...101.

4. Bernard A. Dimensions anthropométriques des pieds des enfants // Technisécour. – № 7, 1977. P.274...283.

5. Костылева В.В., Кочетков К.С., Синева О.В. Оценка влияния изгибной жесткости в фазу толчка // Сб. научн. тр. Междунар. научн.-техн. симпозиума: Современные задачи инженерных наук. – 2017. С.40...42.

6. Кочетков К.С., Костылева В.В., Синева О.В. Методы определения жесткости деталей низа обуви при изгибе // Дизайн и технологии. – 2013, №37. С.29...34.

7. Кочетков К.С., Костылева В.В., Синева О.В. Концепция прибора для определения изгибной жесткости // Дизайн и технологии. – 2015, № 49. С.29...31.

## R E F E R E N C E S

1. Kovalev A.L., Gorbachik V.E. Vliyanie izgibnoy zhestkosti obuvi na biomekhanicheskie parametry khod'by detey // Stopa i voprosy postroeniya ratsional'noy obuvi. – M : TsITO, 1980. S. 34...37.

2. Milyushkova Yu.V., Kovalev A.L., Gorbachik V.E. Analiz metodov izmereniya izgibnoy zhestkosti obuvi // Dizayn i tekhnologii. – 2013, № 36 (78). S. 21...27.

3. Kelesova U.S. Issledovanie aktual'nykh zadach ergonomicheskogo proektirovaniya detskoy odezhdy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 3. S. 97...101.

4. Bernard A. Dimensions anthropométriques des pieds des enfants // Technisécour. – № 7, 1977. P.274...283.

5. Kostyleva V.V., Kochetkov K.S., Sineva O.V. Otsenka vliyaniya izgibnoy zhestkosti v fazu tolchka // Sb. nauchn. tr. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. simpoziuma: Sovremennye zadachi inzhenernykh nauk. – 2017. S.40...42.

6. Kochetkov K.S., Kostyleva V.V., Sineva O.V. Metody opredeleniya zhestkosti detaley niza obuvi pri izgibe // Dizayn i tekhnologii. – 2013, №37. S.29...34.

7. Kochetkov K.S., Kostyleva V.V., Sineva O.V. Kontseptsiya pribora dlya opredeleniya izgibnoy zhestkosti // Dizayn i tekhnologii. – 2015, № 49. С.29...31.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 23.12.21.



## ВЛИЯНИЕ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПРОЧНОСТИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ

### THE EFFECT OF THE SCALE FACTOR ON RESULTS OF COTTON YARNS STRENGTH CALCULATION

*В.П.ЗИНОВЬЕВ, В.И. РУБЦОВ, Ю.С.ШУСТОВ, А.Н.ТИМОШЕНКО, И.В.ОЛЕНИНА*  
V.P. ZINOVEV, V.I. RUBTSOV, YU.S. SHUSTOV, A.N. TIMOSHENKO, I.V. OLENINA

(Государственный научный центр Федеральный медицинский  
биофизический центр им. А.И. Бурназяна,  
Российский государственный университет имени А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia,  
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: 1. zvp.2013@yandex.ru; 2. 6145293@mail.ru

*В статье рассматривается влияние штапельной длины волокон хлопка на значение разрывной нагрузки кольцевой пряжи. На разрывную величину сильное влияние оказывает значение зажимной длины исследуемого образца. Определена степень влияния масштабного фактора на расчеты прочностных характеристик хлопчатобумажной пряжи. Для решения данного вопроса использовалась формула А.Н.Соловьёва, где вместо постоянного значения разрывной нагрузки волокна используется функция, которая описывает зависимость прочности волокон от их штапельной длины. Проведено сравнение расчетных по разрывной нагрузке кольцевой хлопчатобумажной пряжи кардной системы прядения, рассчитанной без учета функциональной зависимости прочности волокон от их длины и с применением такой функции. Установлено, что результаты полученные по формуле А.Н.Соловьёва с учетом функции учитывающей влияние длины волокон хлопка показали лучшее совпадение результатов.*

*The article discusses the effect of the staple length of cotton fibers on the value of the breaking load of annular yarn. The tensile value is strongly influenced by the value of the clamping length of the test sample. Degree of influence of scale factor on calculation of strength characteristics of cotton yarn is determined. To solve this issue, the formula of A.N. Soloviev was used, where instead of a constant value of the fold load of the fiber, a function is used that describes the dependence of the strength of the fibers on their staple length. A comparison of the circular cotton yarn of the carded spinning system calculated by the rupture load, calculated without taking into account the functional dependence of the strength of the fibers on their length and using such a function, was made. It was established that the results obtained by the formula of A.N. Soloviev, taking into account the function taking into account the influence of the length of cotton fibers, showed a better match of results.*

**Ключевые слова:** штапельная длина волокна, зажимная длина, разрывная нагрузка, хлопчатобумажная пряжа, масштабный фактор, функциональная зависимость, формула проф. А.Н. Соловьёва.

**Keywords:** staple fiber length, clamping length, time-jerk load, cotton yarn, scale factor, functional-nal dependence, prof. formula A.N. Solovyova.

Испытательные центры, специализирующиеся на проведении испытаний текстильных материалов, в частности материалов для спецодежды, постоянно сталкиваются с требованиями стандартов, которые в некоторых случаях противоречат друг другу. Речь идет о требованиях, связанных с использованием при испытаниях материалов на разрывную нагрузку и удлинение, различной зажимной длины. Расстояние между зажимами колеблется от 10 до 450 мм [1...12]. В указанных источниках эта величина называется по-разному: "длина элементарного образца", "рабочая длина элементарного образца". Иногда можно встретить просто указание на "расстояние между зажимами".

Это обстоятельство заставляет задуматься о корректности применения той или иной величины зажимной длины при испытаниях, так как известно, что длина образца существенно влияет на результат испытаний. Это влияние называется *масштабным фактором* и описано во многих работах, посвященных различным теориям прочности, в частности статистическим теориям прочности материалов [8], [9].

Однако, при всем обилии научных работ, посвященных разрушению материалов под действием внешней нагрузки, математических моделей, описывающих процесс разрушения, доведенных до уровня применимости в инженерной практике, к сожалению, немного. Дело в том, что большинство описанных в перечисленных источниках теорий чрезвычайно сложны, требуют от пользователя высокого уровня математической, а иногда и химической подготовки, поэтому в своем большинстве оказываются невостребованными при проведении различного рода прочностных расчетов или испытаний.

Особый интерес в связи с этим представляют статистические модели прочности, которые никаким образом не связаны с физической природой разрушения, а описывают этот процесс исключительно с вероятностной точки зрения.

Наиболее простой и понятной статистической моделью прочности с использованием масштабного фактора является мо-

дель, предложенная А.М. Фрейдендалем и подробно описанная в [1]. В работе описывается статистический подход к хрупкому разрушению.

Вопрос, связанный с проектированием пряжи, в частности пряжи кольцевого прядения по прочностным характеристикам, несмотря на его давнюю историю, до сих пор имеет некоторую незавершенность. В [2], [3] было получено соотношение, конкретизирующее зависимость величины разрывной нагрузки испытываемых образцов волокон хлопка от зажимной длины, имеющее следующий вид:

$$\bar{P}(\ell) = \bar{P}(\ell_0) \left( \frac{\ell_0}{\ell} \right)^\alpha, \quad (1)$$

где  $\bar{P}(\ell)$  – средняя разрывная нагрузка волокон при произвольной зажимной длине  $\ell$ ;  $\bar{P}(\ell_0)$  – средняя разрывная нагрузка волокон при зажимной длине  $\ell_0$ , являющаяся рекомендуемой зажимной длиной при испытаниях;  $\alpha$  – параметр распределения Вейбулла, характеризующий свойства материала образца и его структурные особенности.

Прологарифмировав выражение (1) и, решая полученное уравнение относительно  $\frac{1}{\alpha}$ , получим очень простое выражение:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\ln \bar{P}(\ell) - \ln \bar{P}(\ell_0)}{\ln(\ell_0) - \ln(\ell)}. \quad (2)$$

Величина  $1/\alpha$  рассчитывается, исходя из фактически полученных средних значений разрывной нагрузки, при двух различных значениях зажимной длины:  $\ell$  и  $\ell_0$ . В испытаниях обычно принимают  $\ell_0$  равным стандартной величине, используемой в ГОСТ. Величина  $\ell$  может быть выбрана произвольно, но в пределах возможностей испытательного оборудования.

Определим степень влияния масштабного фактора на некоторые результаты расчетов прочностных характеристик хлопчатобумажной пряжи.

Для этого воспользуемся известной формулой расчета прочности хлопчатобумажной пряжи профессора А.Н. Соловьева.

Опыт применения формулы в производственных целях и научных исследованиях показывает, несколько завышенные результаты, полученные с ее помощью, в связи с чем предлагается уточнить известное выражение, введя в формулу зависимость прочности волокон от зажимной длины, полученную в [2]. Там же было определено значение параметра распределения Вейбулла  $\alpha = 4,16$ , характеризующее свойства материала испытываемых волокон.

Формула содержит в качестве одного из факторов штапельную длину волокон  $\ell_{ш}$ . Однако ее влияние проявляется не в полной мере, так как определяющий фактор – прочность волокон, не зависит в формуле от длины волокон, используемых для производства пряжи. В работе [2] определена величина рабочей зоны волокон, на которой при растяжении пряжи развиваются нагрузки, превышающие разрывную нагрузку волокон. Величина этой зоны может быть определена, как  $\ell_{ш} - 12$  мм. Именно это

$$P_{пр} = \frac{\bar{P}_B(\ell_0) \left( \frac{\ell_0}{\ell_{ш} - 12} \right)^{\frac{1}{\alpha}}}{T_B} \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \left( 1 - 0,0375 \cdot \text{НО} - \frac{2,65}{\sqrt{\frac{T_{пр}}{T_B}}} \right) \left( 1 - \frac{5}{\ell_{ш} - 12} \right) K \eta \mu, \frac{\text{сН}}{\text{текс}}, \quad (4)$$

где  $P_{пр}$  – расчетное значение разрывной нагрузки пряжи;  $T_B$  – линейная плотность волокон хлопка; НО – коэффициент, характеризующий неравномерность пряжи при применении различных систем прядения; К

уточнение введено в формулу для коррекции разрывной нагрузки волокон, определенной при зажимной длине  $\ell_0$ , равное 10 мм.

Тогда в формуле вместо постоянного значения  $P_B$  необходимо использовать функцию, которая описывает зависимость прочности волокон в пряже от их штапельной длины.

Эта функция имеет вид:

$$P_B = \bar{P}_B(\ell_0) \left( \frac{\ell_0}{\ell_{ш} - 12} \right)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad (3)$$

где  $P_B$  – уточненное значение разрывной нагрузки волокон хлопка, сН, для использования в формуле проф. А.Н. Соловьева;  $\bar{P}_B(\ell_0)$  – среднее значение разрывной нагрузки волокон хлопка, полученное в результате испытаний волокон при зажимной длине  $\ell_0$ ;  $\ell_{ш}$  – штапельная длина волокон, мм;  $\alpha$  – параметр распределения Вейбулла.

Тогда формула проф. А.Н. Соловьева приобретает вид:

– поправочный коэффициент на фактическую крутку пряжи;  $\eta, \mu$  – коэффициенты, характеризующие наладку (качество работы) технологического оборудования. Эти величины приняты равными 1.

Т а б л и ц а 1

Пряжа 1			Пряжа 2			Пряжа 3			Пряжа 4		
Т <sub>пр</sub> = 29,0 текс			Т <sub>пр</sub> = 36,0 текс			Т <sub>пр</sub> = 18,5 текс			Т <sub>пр</sub> = 11,8 текс		
Т <sub>в</sub> = 0,15 текс			Т <sub>в</sub> = 0,16 текс			Т <sub>в</sub> = 0,14 текс			Т <sub>в</sub> = 0,12 текс		
P <sub>в</sub> = 4,2 сН			P <sub>в</sub> = 4,5 сН			P <sub>в</sub> = 4,3 сН			P <sub>в</sub> = 3,8 сН		
НО = 4,5			НО = 4,5			НО = 4,5			НО = 4,5		
ℓ <sub>ш</sub> = 36 мм			ℓ <sub>ш</sub> = 34 мм			ℓ <sub>ш</sub> = 35 мм			ℓ <sub>ш</sub> = 37 мм		
α <sub>ф</sub> = 32			α <sub>ф</sub> = 32			α <sub>ф</sub> = 32			α <sub>ф</sub> = 32		
η = 1			η = 1			η = 1			η = 1		
μ = 1			μ = 1			μ = 1			μ = 1		
ℓ <sub>ш</sub> = 10 мм			ℓ <sub>о</sub> = 10 мм			ℓ <sub>о</sub> = 10 мм			ℓ <sub>о</sub> = 10 мм		
По справочнику для второго сорта, сН/текс, не менее 11,4			По справочнику для второго сорта, сН/текс, не менее 11,2			По справочнику для второго сорта, сН/текс, не менее 11,2			По справочнику для второго сорта, сН/текс, не менее 11,0		
P <sub>факт</sub> , сН/текс	P <sub>в</sub> = f(l <sub>ш</sub> ), сН/текс	P <sub>в</sub> = const, сН/текс	P <sub>факт</sub> , сН/текс	P <sub>в</sub> = f(l <sub>ш</sub> ), сН/текс	P <sub>в</sub> = const, сН/текс	P <sub>факт</sub> , сН/текс	P <sub>в</sub> = f(l <sub>ш</sub> ), сН/текс	P <sub>в</sub> = const, сН/текс	P <sub>факт</sub> , сН/текс	P <sub>в</sub> = f(l <sub>ш</sub> ), сН/текс	P <sub>в</sub> = const, сН/текс
11,52	11,39	14,06	11,26	11,30	13,66	11,35	11,21	13,68	11,18	11,40	14,22

Пример расчета с уточненным значением прочности волокон приведен ниже.

В работе было исследовано 4 вида кольцевой пряжи, для которых в табл. 1 приведены фактические и расчетные значения разрывной нагрузки, а также нормированные значения прочности основной пряжи, регламентируемые справочником по хлопчаточасти.

Сравнительные расчетные данные по разрывной нагрузке кольцевой Х/Б пряжи кардной системы прядения, рассчитанные без учета функциональной зависимости прочности волокон от их длины и с применением такой функции.

Для наглядности были построены графики зависимости разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи от величины штапельной длины в наиболее широко используемом диапазоне от 30 до 40 мм.

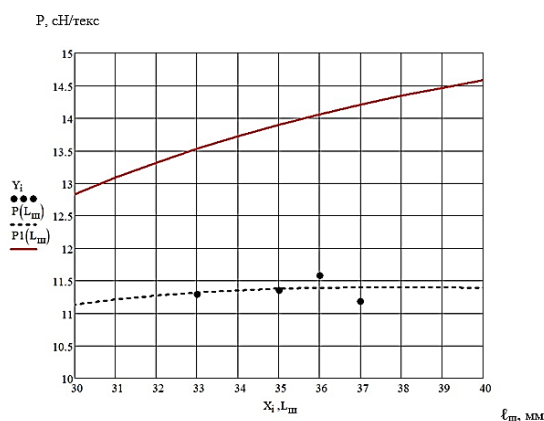


Рис. 1

На рис. 1 (графики изменения расчетных значений разрывной нагрузки хлопчатобумажной пряжи в зависимости от штапельной длины волокон) точками отмечены фактические значения разрывной нагрузки пряжи, полученные в результате испытаний образцов пряжи со свойствами волокон, указанными в табл. 1. Из рисунка видно, что верхний график, построенный по формуле проф. А.Н. Соловьева, имеет значительные отличия от аналогичного графика (пунктир), построенного по той же формуле, но с учетом функциональной зависимости разрывной нагрузки волокон от их длины. Во втором случае пунктирный

график имеет лучшие совпадения с фактическими значениями разрывной нагрузки, что позволяет сделать вывод не только о значимости влияния длины волокон на прочность пряжи, но и на точность описания этого влияния предложенной функциональной зависимостью, учитывающей масштабный фактор.

Особенно разница сказывается в области больших значений штапельной длины, где прочность пряжи практически перестает возрастать из-за превалирования масштабного эффекта в общем влиянии всех остальных факторов, влияющих на разрывную нагрузку пряжи.

## ВЫВОДЫ

1. Предложена функция, учитывающая влияние длины волокон хлопка, используемых для производства пряжи, на прочность самих волокон для использования в формуле проф. А.Н. Соловьева.

2. Проведен сравнительный эксперимент по испытанию прочностных свойств различных образцов хлопчатобумажной пряжи для получения фактических значений.

3. Сравнение результатов расчетов разрывной нагрузки пряжи, проведенных по формуле проф. А.Н. Соловьева, с фактическими значениями, полученными в результате испытаний, без функции влияния и с применением такой функции показало лучшее совпадение результатов при использовании предложенной функциональной зависимости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Либовиц Г. Разрушение. Том 2. Математические основы теории разрушения. – М.: Мир, 1975.
2. Зиновьев В.П. Оптимизация состава и структуры пряжи кольцевого способа прядения с целью рационального использования сырья: Дис...канд. техн. наук, – М.: МТИ, 1985.
3. Щербаков В.П., Зиновьев В.П. Зависимость разрывной нагрузки волокон хлопка от зажимной длины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 2. С.35...38.
4. Васильева О.В., Кучер В.И., Андреев А.С., Перепелкин К.Е. Зависимость прочности химических комплексных нитей от зажимной длины // Изв. ву-

зов. Технология текстильной промышленности. – 1986, №6. С.6...9.

5. Лугерт Е.В., Иванов М.Н., Перепелкин К.Е. Влияние длины комплексной нити на механические разрушения при растяжении // Химические волокна. – 1980, №3. С.52...53.

6. Макаров В.Г., Skorobogatov И.А., Устимова А.П. Масштабный эффект прочности углеродных нитей. // Химические волокна. – 1986, №6. С.6...9.

7. Кузнецов А.А. Вероятностная модель комплексной остаточной циклической деформации при проведении многоцикловых испытаний на растяжение // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №1. С.23...27.

8. Щербakov В.П., Скуланова Н.С., Халезов С.Л., Цветкова А.Е., Голайдо С.А. Изменения и дополнения в прочностных расчетах ткани с учетом масштабного эффекта и неравномерности нитей по прочности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №2. С. 186...191.

9. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Тихомирова М.Л. Компьютерное моделирование сил трения между волокнами и нитями в волокнистых материалах с учетом их статистических особенностей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №5. С. 209...212.

10. Hearle J.W.S., Grosberg P., Backer S. Structural Mechanics of Fibers, Yarns and Fabrics. – New York, 1969.

11. Kleijnen J. Statistical techniques in simulation. Volumes I and II. – Marcel. Dekker Inc., New York, 1974-1975.

12. Mechanical properties of flax fibers and their composites by Edgars // Sprniš Division of Polymer Engineering Department of Applied Physics and Mechanical Engineering / Luleå University of Technology. – Luleå, SWEDEN, 2009. P. 204.

#### REFERENCES

1. Libovits G. Razrushenie. Tom 2. Matematicheskie osnovy teorii razrusheniya. – М.: Mir, 1975.

2. Zinov'ev V.P. Optimizatsiya sostava i struktury pryazhi kol'tsevogo sposoba pryadeniya s tsel'yu ratsional'nogo ispol'zovaniya syr'ya: Dis...kand. tekhn. nauk, – М.: MTI, 1985.

3. Shcherbakov V.P., Zinov'ev V.P. Zavisimost' razryvnoy nagruzki volokon khlopka ot zazhimnoy dliny // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1988, № 2. S.35...38.

4. Vasil'eva O.V., Kucher V.I., Andreev A.S., Perepelkin K.E. Zavisimost' prochnosti khimicheskikh kompleksnykh nitey ot zazhimnoy dliny // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1986, №6. S.6...9.

5. Lugert E.V., Ivanov M.N., Perepelkin K.E. Vliyanie dliny kompleksnoy niti na mekhanicheskie razrusheniya pri rastyazhenii // Khimicheskie volokna. – 1980, №3. S.52...53.

6. Makarov V.G., Skorobogatov I.A., Ustimova A.P. Masshtabnyy effekt prochnosti uglerodnykh nitey. // Khimicheskie volokna. – 1986, №6. S.6...9.

7. Kuznetsov A.A. Veroyatnostnaya model' kompleksnoy ostatochnoy tsiklicheskoj deformatsii pri provedenii mnogotsiklovnykh ispytaniy na rastyazhenie // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, №1. S.23...27.

8. Shcherbakov V.P., Skulanova N.S., Khalezov S.L., Tsvetkova A.E., Golaydo S.A. Izmeneniya i dopolneniya v prochnostnykh raschetakh tkani s uchetom masshtabnogo effekta i neravnomernosti nitey po prochnosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №2. S. 186...191.

9. Sevost'yanov P.A., Samoylova T.A., Tikhomirova M.L. Komp'yuternoe modelirovanie sil treniya mezhdru voloknami i nityami v voloknistykh materialakh s uchetom ikh statisticheskikh osobennostey // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №5. S. 209...212.

10. Hearle J.W.S., Grosberg P., Backer S. Structural Mechanics of Fibers, Yarns and Fabrics. – New York, 1969.

11. Kleijnen J. Statistical techniques in simulation. Volumes I and II. – Marcel. Dekker Inc., New York, 1974-1975.

12. Mechanical properties of flax fibers and their composites by Edgars // Sprniš Division of Polymer Engineering Department of Applied Physics and Mechanical Engineering / Luleå University of Technology. – Luleå, SWEDEN, 2009. P. 204.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 22.02.22.

## НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ВОЛОКНИСТОЙ ЛЕНТЫ ПО ДОЛЕ КОМПОНЕНТОВ И ТОЧНОСТЬ ЕЕ ОЦЕНКИ

### THE UNEVENNESS OF THE FIBROUS SLIVER IN TERMS OF THE PROPORTION OF COMPONENTS AND THE PRECISION OF ITS ESTIMATES

П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, Т.А. САМОЙЛОВА, В.И. МОНАХОВ,  
Ю.Б. ЗЕНЗИНОВА, Е.Н. ВАХРОМЕЕВА

P.A. SEVOSTYANOV, T.A. SAMOILOVA, V.I. MONAKHOV,  
J.B. ZENZINOVA, E.N. VAKHROMEIEVA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: petrsev46@yandex.ru

*В статье представлено исследование неравномерности перемешивания лентами. Смешивание лентами применяется для получения различных волокнистых продуктов из натуральных и химических волокон. Оно осуществляется в вытяжных приборах кардочесальных машин и лентосоединительных машин. Неравномерность складываемых лент по линейной плотности может приводить к неравномерности получаемой ленты по составу. В статье изучается влияние погрешностей измерения линейной плотности каждого из компонентов смеси на точность контроля структурной неровноты смешанной ленты. Эксперименты проведены с помощью метода компьютерной имитации. В результате проведенных опытов установлено, что погрешности оценивания наиболее велики для смесей с небольшими долями компонентов. Для такого рода смесей наиболее целесообразно использовать робастные характеристики для оценки неравномерности доли компонента. Во избежание больших погрешностей измерений и повышения надежности получаемых оценок необходимо использовать высокоточные измерительные устройства для определения неравномерности смешанной ленты.*

*The article presents the research of the unevenness of blending with slivers. Blending with slivers is used to obtain various fibrous products with natural and chemical fibers. It is carried out in the drafting system of carding machines and draw frames. The linear density unevenness of the slivers can lead to uneven linear density of the resulting sliver. The article studies the influence of errors in measuring the linear density for each of the blending components on the precision of the blended sliver structural unevenness control. The experiments were carried out using the method of computer simulation. As a result of the experiments carried out, it was found that the estimation errors are greatest for blended products with small fractions of components. For such blended products it is most expedient to use robust characteristics for assess the unevenness of the component fraction. In order to avoid large measurement errors and increase the reliability of the estimates obtained, it is necessary to use high-precision measuring devices to determine the unevenness of the blended sliver.*

**Ключевые слова:** волокнистая лента, волокнистый продукт, неровнота, смесь, имитационное моделирование.

**Keywords:** fibrous sliver, fibrous product, unevenness, blending, simulation.

Для получения волокнистого продукта, состоящего из натуральных и химических волокон, широко используется смешивание лентами [1...3]. Этот способ имеет ряд преимуществ перед смешиванием волокон в смесовых машинах и дозаторах-смесителях [3] и осуществляется в вытяжных приборах кардочесальных машин и лентосоединительных машин. Каждая из складываемых лент неравномерна по линейной плотности. Во многих задачах анализа многокомпонентные смеси можно свести к двухкомпонентным смесям [1], [3]. Поэтому далее ограничимся рассмотрением двухкомпонентной смеси. При отсутствии систем авторегулирования и разладках или неправильной настройке вытяжных приборов неравномерность по линейной плотности может быть значительной и проявляться в неравномерности состава смешанной ленты [3...6]. Контроль неровноты по составу выполняют путем измерения линейной плотности каждого из компонентов перед поступлением лент в лентосоединительный вытяжной прибор и/или в самом поле вытягивания или на выходе вытяжного прибора [3], [4]. В любом случае измерение сопряжено с погрешностями [4], [6], [7]. Рассмотрим влияние этих погрешностей на точность контроля структурной неровноты смешанной ленты [7], [8].

Обозначим  $g_1(t)$  и  $g_2(t)$  функции, описывающие линейные плотности складываемых компонентов в поперечном сечении

ленты в момент времени  $t$ . Доли 1-го и 2-го компонентов по их массе в смеси равны:

$$p(t) = \frac{g_1(t)}{g_1(t) + g_2(t)},$$
$$q(t) = 1 - p(t).$$

Из этих формул следует, что невозможно оценить долю компонента в смеси без измерения линейной плотности другого компонента. Если линейные плотности компонентов измеряются с погрешностями  $e_1(t)$  и  $e_2(t)$ , то оценки доли компонентов равны:

$$pe(t) = \frac{g_1(t) + e_1(t)}{g_1(t) + e_1(t) + g_2(t) + e_2(t)},$$
$$qe(t) = 1 - pe(t).$$

В поперечном сечении любой волокнистой ленты или жгута химических волокон содержатся тысячи волокон. Поэтому в соответствии с центральной предельной теоремой теории вероятностей [9] линейная плотность  $g(t)$  ленты есть случайная величина, распределенная по нормальному закону. Ее математическое ожидание  $Mg$  равно средней линейной плотности ленты, а коэффициент вариации  $CVg$  показывает неровноту ленты по линейной плотности.

При малой неровноте линейной плотности компонентов и малых погрешностях измерения выражение для доли компонентов может быть линеаризовано:

$$pe(t) \approx C_0 + C_1 \delta g_1(t) + C_2 \delta g_2(t) + C_3 e_1(t) + C_4 e_2(t).$$

В этой формуле коэффициенты  $C$  показывают чувствительность доли компонента к вариациям линейных плотностей складываемых лент (линейные составляющие этих вариаций обозначены  $\delta g_1(t)$  и  $\delta g_2(t)$ ). Однако в такой линеаризации нет необходимости, поскольку исследование зависимо-

сти оценок от вариаций линейной плотности и погрешностей измерений может быть выполнено прямой имитацией сложения лент на компьютере. Такая имитация позволяет исследовать на модели влияние различных факторов на показатели неравномерности смешанной ленты по доле компо-

нентов методами компьютерного эксперимента. Ниже описываются результаты таких экспериментов.

Рассмотрим взаимосвязь между коэффициентом вариации линейной плотности компонентов  $CV_g$  и показателями неровноты по доле  $p(t)$  1-го компонента в смешанной ленте: коэффициентом вариации доли 1-го компонента  $CV_p$  с его доверительным интервалом  $DCV$ . Поскольку распределение доли компонента  $p(t)$  при больших значениях  $CV_g$  сильно отличается от нормального распределения [1], [3], [8],

оценки  $CV_p$  и  $DCV$  оказываются неустойчивыми даже для весьма больших выборок ( $10^5$  значений). Поэтому для оценки неравномерности значений доли  $p(t)$  наряду с традиционными квадратическими характеристиками использованы робастные характеристики – интердецильный размах  $Q$  и его отношение  $D_p$  к средней доле  $p$  [9]. Результаты моделирования приведены в табл. 1 (зависимость неровноты ленты по доле компонента от неравномерности смешиваемых лент).

Таблица 1

Смесь	Неровнота по доле	Коэффициент вариации по линейной плотности $CV_g$ , %							
		1	3	5	10	15	20	30	40
10x90	$CV_p$ , %	1,26	3,83	6,38	12,89	19,74	27,06	49,1	76,4
	$dCV$ , %	0,011	0,034	0,056	0,113	0,173	0,237	0,430	0,671
	$Q$	0,003	0,010	0,016	0,033	0,050	0,068	0,107	0,155
	$D_p$ , %	3,25	9,78	16,36	32,9	50,0	67,9	107,2	154,3
50x50	$CV_p$ , %	0,70	2,12	3,52	7,20	10,8	14,6	23,1	31,5
	$dCV$ , %	0,01	0,02	0,04	0,06	0,10	0,14	0,20	0,28
	$Q$	0,009	0,027	0,045	0,091	0,137	0,185	0,283	0,387
	$D_p$ , %	1,81	5,47	9,07	18,2	27,4	36,8	56,6	78,0
90x10	$CV_p$ , %	0,14	0,43	0,71	1,44	2,24	3,20	5,98	10,3
	$dCV$ , %	0,001	0,004	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,09
	$Q$	0,003	0,010	0,016	0,033	0,050	0,068	0,110	0,154
	$D_p$ , %	0,36	1,09	1,82	3,65	5,56	7,5	11,9	17,0

Из полученных результатов следует, что с увеличением неровноты по линейной плотности складываемых лент от 1 до 15% неравномерность по доле компонента нарастает линейно, а затем скорость нарастания неровноты увеличивается. Из таблицы также следует, что неровнота по доле компонента (интердецильный размах  $Q$ ) достигает максимума при равных долях компонентов [8].

Случайные ошибки измерительных устройств, как известно, также считаются рас-

пределенными по нормальному закону с нулевым средним [7]. В табл. 2 (зависимость неровноты ленты по доле компонента и ее оценки с учетом погрешностей измерений  $Se = 20\%$ ) приведены оценки тех же величин, что и в табл. 1, но полученные для значений, содержащих ошибки измерения линейной плотности компонентов в смешанной ленте, то есть для  $g_1(t) + e_1(t)$  и  $g_2(t) + e_2(t)$ , с имитацией погрешностей измерения линейной плотности при относительной ошибке измерений  $Se = 20\%$ .

Таблица 2

Смесь	Неровнота по доле	Коэффициент вариации по линейной плотности $CV_g$ , %							
		1	3	5	10	15	20	30	40
10x90	$CV_p$ , %	27,2	27,6	27,9	30,2	33,5	38,4	55,1	79,3
	$dCV$ , %	0,238	0,242	0,245	0,265	0,294	0,337	0,483	0,695
	$Q$	0,068	0,069	0,070	0,076	0,085	0,098	0,131	0,175
	$D_p$ , %	67,5	68,8	69,9	75,9	85,3	98,0	130,5	174,7
50x50	$CV_p$ , %	14,6	14,8	14,9	16,1	17,9	20,2	26,5	33,9
	$dCV$ , %	0,123	0,129	0,131	0,141	0,157	0,180	0,230	0,298
	$Q$	0,184	0,187	0,190	0,205	0,230	0,260	0,339	0,431
	$D_p$ , %	36,85	37,37	37,91	41,1	46,1	51,9	67,8	86,0



90x10	CVp,%	3,15	3,17	3,25	3,51	3,94	4,57	6,92	11,1
	dCV,%	0,028	0,028	0,029	0,030	0,035	0,040	0,061	0,097
	Q	0,068	0,069	0,070	0,077	0,085	0,098	0,131	0,176
	Dp, %	7,55	7,61	7,78	8,50	9,47	10,91	14,5	19,6

Для определения зависимости неровноты смешанной ленты по доле компонента от погрешности измерений проведен трехфакторный имитационный эксперимент. В нем выполнены имитационные опыты для всех комбинаций следующих значений параметров моделируемых смешиваемых лент: составы смеси 10%х90%, 50%х50%, 90%х10%, коэффициенты вариации линейной плотности компонентов CVg = 1%, 5% и 20%. В этом эксперименте относительная ошибка измерения Se варьировалась в диапазоне от нуля до 30%. Область планирования эксперимента охватывает весь диапазон реального варьирования факторов, учитываемых в модели.

Для контроля расхождения между значением доли компонента p(t) и ее оценкой по результатам измерения pe(t) вычислялась относительная ошибка измерения и оценивания доли компонента:

$$erp(t) = (p_1(t) - pe_1(t))/p_1(t).$$

По этим значениям вычислялась среднеквадратическая вариация этой относительной ошибки:

$$Sp = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (erp(t))^2}.$$

Здесь N – число измерений, выполненных вдоль ленты. В используемой имитаци-

онной модели N = 100000. Подкоренное выражение этой формулы является дисперсией относительной ошибки оценивания доли 1-го компонента в смешанной ленте.

В табл. 3 (зависимость относительной ошибки Sp,% оценивания неровноты ленты по доле компонента от ошибки измерения Se линейной плотности компонентов смешиваемых лент) приведены оценки Sp для разных составов смеси и неравномерности по линейной плотности компонентов при различных значениях погрешности измерения линейной плотности Se.

Данные в табл. 3 показывают, что неравномерность по линейной плотности компонентов практически не влияет на ошибку оценивания доли компонента. С ростом ошибки оценивания линейной плотности компонента ошибка оценивания доли быстро нарастает: в пределах области планирования эксперимента для смеси 10х90 – от 2,5% до 55%; для смеси 50х50 – от 1,4% до 23%; для смеси 90х10 – от 0,3% до 6,3%. Наиболее чувствительными к ошибкам измерения оказываются оценки доли компонента в случае малых средних долей. На основе полученных данных можно прогнозировать необходимую точность измерительных устройств для определения линейной плотности компонентов, которая необходима для достаточно точного расчета доли компонентов в смешанных лентах.

Таблица 3

Смесь и CVg1, %	Среднеквадратическая ошибка оценки линейной плотности 1-го компонента Se, %						
	0	2	5	10	15	20	30
10х90, 1%	0	2,55	6,40	13,0	20,1	28,4	54,4
10х90, 5%	0	2,54	6,38	13,0	20,1	28,3	54,4
10х90, 20%	0	2,54	6,40	13,0	20,1	28,2	54,8
50х50, 1%	0	1,42	3,56	7,16	10,8	14,6	22,9
50х50, 5%	0	1,41	3,53	7,11	10,8	14,6	22,9
50х50, 20%	0	1,43	3,58	7,20	10,9	14,8	23,2
90х10, 1%	0	0,28	0,71	1,45	2,25	3,16	5,98
90х10, 5%	0	0,28	0,71	1,45	2,26	3,16	6,00
90х10, 20%	0	0,30	0,76	1,55	2,40	3,34	6,25

## ВЫВОДЫ

1. Для получения информации о равномерности перемешивания лентами необходимо измерять линейную плотность каждого из компонентов смеси, поскольку равномерность доли компонента зависит от линейной плотности каждого компонента.

2. Для смесей с небольшими долями компонентов погрешности оценивания этих долей особенно велики. В этих случаях в качестве характеристик оценивания неравномерности доли компонента целесообразно использовать робастные характеристики, поскольку распределение доли является асимметричным, проявляется его ограниченность диапазоном значений от нуля до единицы, и оно сильно отличается от нормального распределения.

3. Получить надежную информацию о неравномерности смешанной ленты по доле компонента можно лишь с помощью измерительных устройств с высокой точностью измерения линейной плотности компонентов по сечениям ленты. При недостаточной точности ошибка прогнозирования доли компонента в сечении становится большой, а результат измерения недостоверным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов А.Г. Составление смесок и смешивание в хлопкопрядильном производстве (Теория и практика). – М.: Гизлегпром, 1954.

2. Zhili Zhong, Yuxin Wang, Jiaqing Wu, Rong Chen, Liangzhong Ling, Ruhua Zhu. Comprehensive quality evaluation of jute/cell/cotton blended yarn based on principal component analysis // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 39, September 2014. P.326...328.

3. Севостьянов П.А. Динамика и модели основных процессов прядения: рыхление, очистка, смешивание, кардо- и гребнечесание, вытягивание, дискретизация, штапельирование, кручение, намотка, перемотка. – М.: Клуб-Печати, 2021. ISBN 978-5-9904852-5-9

4. Chaudhuri Atin, Majumdar P.K. Effect of blend composition on tensile properties of blended Dref-III yarns // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 40, March 2015. P.36...42.

5. Subramanian S., Vaidheeswaran S., Pradeep S., Uthaman P. Comparison of polyester-cotton blended yarns produced by blending of polyester with semi-combed and super-carded cotton fibres // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 40, March 2015. P.31...35.

6. Vahid Ghorbani, Morteza Vadood, Majid Safar Johari. Prediction of polyester/cotton blended rotor-spun yarns hairiness based on the machine parameters // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 41, March 2016. P.19...25.

7. Фридман А.Э. Основы метрологии: современный курс. – С.-Пб.: Професионал, 2008. ISBN 978-5-91259-018-4.

8. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А. Спектральные свойства неровноты ленты по компонентному составу // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 2. С. 68...72.

9. Севостьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики. – Изд.3-е. – М.: URSS, 2019. ISBN 978-5-9710-6138-0

## REFERENCES

1. Sevost'yanov A.G. Sostavlenie smesok i smeshivanie v khlopkopryadil'nom proizvodstve (Teoriya i praktika). – M.: Gizlegprom, 1954.

2. Zhili Zhong, Yuxin Wang, Jiaqing Wu, Rong Chen, Liangzhong Ling, Ruhua Zhu. Comprehensive quality evaluation of jute/cell/cotton blended yarn based on principal component analysis // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 39, September 2014. P.326...328.

3. Sevost'yanov P.A. Dinamika i modeli osnovnykh protsessov pryadeniya: rykhlenie, ochistka, smeshivanie, kardo- i grebnechesanie, vytyagivanie, diskretizatsiya, shtapelirovanie, kruchenie, namotka, pere-motka. – M.: Klub-Pechati, 2021. ISBN 978-5-9904852-5-9

4. Chaudhuri Atin, Majumdar P.K. Effect of blend composition on tensile properties of blended Dref-III yarns // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 40, March 2015. P.36...42.

5. Subramanian S., Vaidheeswaran S., Pradeep S., Uthaman P. Comparison of polyester-cotton blended yarns produced by blending of polyester with semi-combed and super-carded cotton fibres // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 40, March 2015. P.31...35.

6. Vahid Ghorbani, Morteza Vadood, Majid Safar Johari. Prediction of polyester/cotton blended rotor-spun yarns hairiness based on the machine parameters // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 41, March 2016. P.19...25.

7. Fridman A.E. Osnovy metrologii: sovremenny kurs. – S.-Pb.: Professional, 2008. ISBN 978-5-91259-018-4.

8. Sevost'yanov P.A., Samoylova T.A. Spektral'nye svoystva nerovnoty lenty po komponentnomu sostavu // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, № 2. S. 68...72.

9. Sevost'yanov B.A. Kurs teorii veroyatnostey i matematicheskoy statistiki. – Izd.3-e. – M.: URSS, 2019. ISBN 978-5-9710-6138-0

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления. Поступила 22.02.22.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ И АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТИ  
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ ПРЯЖИ**

**APPLICATION OF SIMILARITY THEORY AND DIMENSIONAL ANALYSIS  
TO PREDICT YARN BREAKING LOAD**

*Д.В. СИЧЕВОЙ, К.Э. РАЗУМЕЕВ, Н.Е. ФЕДОРОВА, С.А. ГОЛАЙДО*

*D.V. SICHEVOY, K.E. RAZUMEEV, N.E. FEDOROVA, S.A. GOLAYDO*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: dmitriy.sichevoy@gmail.com; k.razumeev@rambler.ru

*В работе получена математическая модель для прогнозирования разрывной нагрузки пряжи. Для расчетов использовалась теория подобия и анализа размерностей. Данный метод прогнозирования с высокой степенью точности позволяет получить многофакторную модель для описания влияния параметров строения на прочность пряжи.*

*The work obtained a mathematical model for predicting the breaking load of the yarn. For the calculations, the theory of similarity and dimension analysis was used. This method of forecasting with a high degree of accuracy allows you to obtain a multivariate model for describing the effect of structure parameters on the strength of the yarn.*

**Ключевые слова:** разрывная нагрузка пряжи, коэффициент крутки, линейная плотность пряжи, прогнозирование, теория подобия и анализа размерностей, математическая модель.

**Keywords:** breaking load of yarn, twist coefficient, linear density of yarn, prediction, theory of similarity and dimensional analysis, mathematical model.

Возможность предварительного качественно-теоретического анализа и выбора системы определяющих безразмерных параметров дает теория подобия и анализа размерностей. Она может быть приложена к рассмотрению весьма сложных явлений и значительно облегчает обработку экспериментов.

С помощью теории размерности можно получить выводы при рассмотрении таких явлений, которые зависят от большого количества параметров, но при этом некоторые из этих параметров в известных случаях становятся несущественными. Иногда в начальной стадии изучения некоторых

сложных явлений теория размерности является единственно возможным теоретическим методом.

Принципиальной особенностью исследований на основе теории подобия является установление условия подобия физических процессов, происходящих в модели и натурном объекте, и приведение результатов испытаний модели к условиям натурального объекта.

Методы теории подобия определяют основу подхода к проведению испытаний (опытов) в натуральных условиях и на моделях, к обработке полученной информации и распространению ее на другие объекты, в

том числе и вновь создаваемые и недоступные экспериментальным исследованиям [1].

Рассмотрим влияние параметров строения на разрывную нагрузку шерстяной пряжи, предназначенной для трикотажного производства [2...4]. Для этого используем следующую функциональную зависимость:

$$P_p = f(v, N, \alpha, T),$$

где  $P_p$  – разрывная нагрузка пряжи, Н;  $\alpha$  – коэффициент крутки;  $N$  – количество сложений;  $T$  – линейная плотность пряжи, текс;  $v$  – скорость растяжения, м/с.

На основании теории подобия и анализа размерностей вышеуказанную зависимость можно представить в виде комплекса безразмерных показателей:

$$P_p = \eta = f(N\alpha; v^2T),$$

где  $\eta$  – безразмерный показатель, характеризующий изменение прочности в зависимости от параметров строения;  $N\alpha$  – безразмерный показатель, характеризующий крутку;  $v^2T$  – безразмерный показатель, характеризующий параметры испытаний и параметры строения пряжи.

Так как на прочность пряжи имеют влияние два комплекса, то формула для расчета безразмерного показателя:

$$\eta = \eta_1 \eta_2,$$

где  $\eta_1$  – безразмерный показатель, характеризующий действие крутки;  $\eta_2$  – безразмерный показатель, характеризующий структурные характеристики пряжи и параметры испытаний.

В табл. 1 представлены результаты расчета разрывной нагрузки пряжи.

Таблица 1

№	T	$\alpha$	$P_p$	v	$v^2T$	$N\alpha$	$\eta_1$	$\eta_2$	$P_p$ расч	Отклонение, %
1	84	42	2,14	100	840	42	0,0030	725,93	2,12	0,99
1	130	54	3,32	100	1300	54	0,0040	837,98	3,23	2,58
1	150	65	3,98	100	1500	65	0,0047	846,19	3,99	0,26
2	64	18	1,57	100	640	36	0,0023	671,79	1,54	2,05
3	84	20	3,29	100	840	60	0,0044	752,23	3,15	4,45
2	90	22	2,30	100	900	44	0,0031	731,65	2,30	0,35
2	140	28	3,57	100	1400	56	0,0041	870,43	3,42	4,31

Для исследуемых тканей зависимость для  $\eta_1$  при усредненных значениях  $v^2T$  можно представить в виде экспоненциальной функции (рис. 1):

$$\eta_1 = f(N\alpha) = 0,004 \ln(N\alpha) - 0,012.$$

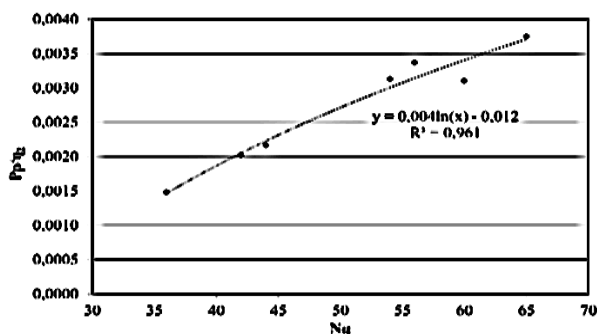


Рис. 1

Зависимость для  $\eta_2$  при усредненных значениях  $N$  имеет вид (рис. 2):

$$\eta_2 = f(v^2T) = 228,07 \ln(v^2T) - 802,25.$$

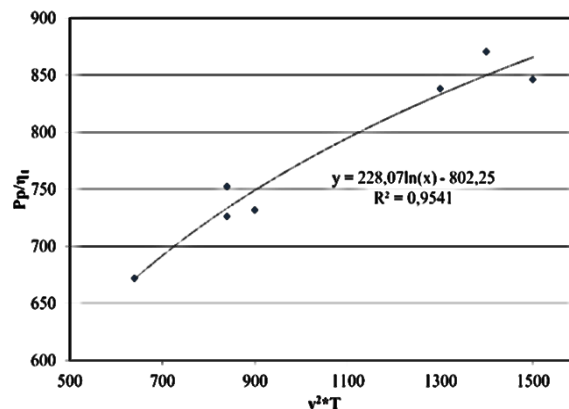


Рис. 2

Таким образом, итоговая формула для расчета разрывной нагрузки пряжи имеет

$$P_p = 0,98(0,004\ln(N\alpha) - 0,012)(228,07\ln(v^2T) - 802,25).$$

Формула справедлива для  $36 \leq N\alpha \leq 65$  и  $0,0015 \leq v^2T \leq 0,0038$ . Отклонение фактических значений от расчетных не превышает 4,45%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шустов Ю.С. Разработка методов прогнозирования строения и свойств текстильных материалов с использованием теории подобия и анализа размерностей: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 2003.

2. Разумеев К.Э., Зиновьева А.В., Сичевой Д.В. Современная информация и динамика производства шерсти редких видов // Швейная промышленность. – 2015, №5-6. С. 15...17.

3. Сичевой Д.В., Разумеев К.Э., Денисова Е.В., Лусинян И.В. Вопрос об эффективном распознавании сырья натурального происхождения // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (23-27 мая 2016, XIX Междунар. научн.-практ. форум (SMAR-TEX-2016), Иваново). – 2016. Ч.1. С.191...193.

4. Сичевой Д.В., Разумеев К.Э., Денисова Е.В. Использование современных методов исследования материалов животного происхождения // Швейная промышленность. – 2016, №1-2. С.24...28.

5. Разумеев К.Э., Севостьянов И.А., Самойлова Т.А., Тихомирова М.Л. Об одном методе обнаружения локальной неровности продуктов прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №6. С. 125...128.

6. Разумеев К.Э., Севостьянов И.А., Самойлова Т.А., Байчоров Т.М. Повышение эффективности выравнивания и смешивания на кардочесальных машинах с использованием вероятностных факторов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №4. С. 80...83.

7. Разумеев К.Э., Федорова Н.Е. Исследование сил трения между волокнами полушерстяной ленты в целях обоснования технологии переработки полуфабрикатов прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №3. С. 64...67.

8. Разумеев К.Э., Мовшович П.М., Павлюченко Е.В. Новое в прядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №4. С. 64...68.

9. Minfeng Tang, Weiping Zhang, I tui Zhou, Jing Fei, Juan Yang, Weimin Lu, Shuya Zhang, Shanghua Ye, and Xiaoping Wang. A real-time PCR method for quantifying mixed cashmere and wool based on hair mitochondrial DNA // Textile Research Journal. – September 2014. Vol. 84, 15. P. 1612...1621.

10. Cinzia Tonetti, Claudia Vineis, Annalisa Aluigi, and Claudio Tonin. Immunological method for the iden-

следующий вид:

tification of animal hair fibres // Textile Research Journal. – December 2012. Vol. 82, 8. P. 766...772.

11. Yueqi Zhong, Kai Eu, Jun Tian, and Hong Zhu. Wool/cashmere identification based on projection curves // Textile Research Journal. – August 2, 2016. 0040517516658516

12. Claudia Vincis, Cinzia Tonetti, Sara Paoletta, PierDavide Pozzo and Stefano Sforza. A UPLC/ESI-MS method for identifying wool, cashmere and yak fibres // Textile Research Journal. – June 2014. Vol. 84, 9. P. 953...958.

#### REFERENCES

1. Shustov Yu.S. Razrabotka metodov prognozirovaniya stroeniya i svoystv tekstil'nykh materialov s ispol'zovaniem teorii podobiya i analiza razmernostey: Dis. ... dokt. tekhn. nauk. – M., 2003.

2. Razumeev K.E., Zinov'eva A.V., Sichevoy D.V. Sovremennaya informatsiya i dinamika proizvodstva shersti redkikh vidov // Shveynaya promyshlennost'. – 2015, №5-6. S. 15...17.

3. Sichevoy D.V., Razumeev K.E., Denisova E.V., Lusinyan I.V. Vopros ob effektivnom raspoznavanii syr'ya natural'nogo proiskhozhdeniya // Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (23-27 maya 2016, XIX Mezhdunar. nauchn.-prakt. forum (SMAR-TEX-2016), Ivanovo). – 2016. Ch.1. S.191...193.

4. Sichevoy D.V., Razumeev K.E., Denisova E.V. Ispol'zovanie sovremennykh metodov issledovaniya materialov zhivotnogo proiskhozhdeniya // Shveynaya promyshlennost'. – 2016, №1-2. S.24...28.

5. Razumeev K.E., Sevost'yanov I.A., Samoylova T.A., Tikhomirova M.L. Ob odnom metode obnaruzheniya lokal'noy nerovnoty produktov pryadeniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №6. S. 125...128.

6. Razumeev K.E., Sevost'yanov I.A., Samoylova T.A., Baychorov T.M. Povyshenie effektivnosti vyravnivaniya i smeshivaniya na kardochesal'nykh mashinakh s ispol'zovaniem veroyatnostnykh faktorov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №4. S. 80...83.

7. Razumeev K.E., Fedorova N.E. Issledovanie sil treniya mezhdz voloknami polusherstyanyoy lenty v tselyakh obosnovaniya tekhnologii pererabotki polufabrikatov pryadeniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №3. S. 64...67.

8. Razumeev K.E., Movshovich P.M., Pavlyuchenko E.V. Novoe v pryadenii // Izvestiya Vysshikh

Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №4. S. 64...68.

9. Minfeng Tang, Weiping Zhang, 1 tui Zhou, Jing Fei, Juan Yang, Weimin Lu, Shuya Zhang, Shanghua Ye. and Xiaoping Wang. A real-time PCR method for quantifying mixed cashmere and wool based on hair mitochondrial DNA // Textile Research Journal. – September 2014. Vol. 84, 15. P. 1612...1621.

10. Cinzia Tonetti, Claudia Vineis, Annalisa Aluigi, and Claudio Tonin. Immunological method for the identification of animal hair fibres // Textile Research Journal. – December 2012. Vol. 82, 8. P. 766...772.

11. Yueqi Zhong, Kai Eu, Jun Tian, and Hong Zhu. Wool/cashmere identification based on projection curves // Textile Research Journal. – August 2, 2016. 0040517516658516

12. Claudia Vincis, Cinzia Tonetti, Sara Paoletta, PierDavide Pozzo and Stefano Sforza. A UPLC/ESI-MS method for identifying wool, cashmere and yak fibres // Textile Research Journal. – June 2014. Vol. 84, 9. P. 953...958.

Поступила 24.01.12.

---

УДК 677.11.021.16 /:022:658.562  
DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_143

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ДЛИННОГО ТРЕПАНОГО ЛЬНОВОЛОКНА И БАНАНОВОГО ВОЛОКНА**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES  
OF LONG SCUTCHED FLAX FIBER AND BANANA FIBER**

*A.C. ДЯГИЛЕВ, Д.И. БЫКОВСКИЙ, В. РЕЙМЕР, А. ЯНССЕН, Т. ГРИС, К.Э. РАЗУМЕЕВ*  
*A.S. DYAGILEV, D.I. BYKOUSKI, V. REIMER, A. JANSSEN, T. GRIES, K.E. RAZUMEEV*

(Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь,  
Текстильный институт Рейнско-Вестфальского технического университета Ахена,  
Федеративная Республика Германия,  
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Российская Федерация)

(Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus,  
Institut fuer Textiltechnik (ITA) of RWTH Aachen University,  
Federal Republic of Germany,  
Russian State University named after A.N. Kosygin  
(Technologies. Design. Art), Russian Federation)

E-mail: dyagilev@vstu.by; viktor.reimer@ita.rwth-aachen.de; alexander.janssen@ita.rwth-aachen.de;  
thomas.gries@ita.rwth-aachen.de; k.razumeev@rambler.ru

*В работе проведен сравнительный анализ физико-механических свойств бананового волокна, произведенного в Индийском штате Тамил-Наду, и белорусского длинного трепаного волокна. При проведении анализа использовались большие объемы данных о физико-механических свойствах длинного трепаного волокна, накапливаемых в информационной системе контроля качества РУПТП "Оршанский льнокомбинат".*

*In this paper, a comparative analysis out of the physical and mechanical properties of banana fiber produced in the Indian state of Tamil Nadu and properties of scutched flax fiber produced in Belarus was carried out. The analysis is based on the Big Data of the current quality control of long scutched flax fiber, accumulated in the information quality control system of "Orsha Linen Mill".*

**Ключевые слова:** льняное волокно, банановое волокно, физико-механические свойства волокон, сравнительный анализ.

**Keywords:** flax fiber, banana fiber, physical and mechanical properties of fibers, comparative analysis.

В последние годы постоянно повышается интерес к применению лубяных волокон для производства не только текстильных материалов бытового назначения, но и текстильных материалов технического назначения и композиционных материалов. Лубяные волокна получают из стеблей и листьев различных растений: лен, джут, конопля, рами, сизаль, юкка и др. Это объясняется повышающимися требованиями к экологичности как производства, так и утилизации промышленных изделий. В связи с этим актуальной является задача проведения сравнительного анализа физико-механических свойств различных видов лубяных волокон, поскольку результаты такого анализа могут быть использованы при выборе сырья для производства материалов различного назначения.

Лен является наиболее распространенным в Европе видом лубяных волокон, а Республика Беларусь является одним из крупнейших мировых производителей льняного волокна, занимая более 20% мирового рынка [1]. При этом более 90% волокна, производимого в республике, перерабатывается на РУПТП "Оршанский льнокомбинат" – крупнейшем льнообрабатывающем предприятии в Республике Беларусь и Восточной Европе. В информационной системе контроля качества льнокомбината [2...4] аккумулируются большие объемы данных о физико-механических свойствах перерабатываемого льняного волокна. В последние годы льняное волокно находит широкое применение для производства товаров не только бытового, но и технического назначения и используется при производстве композиционных материалов [5], [6].

В данной работе с использованием информационной системы контроля качества [2], внедренной в производственный процесс РУПТП "Оршанский льнокомбинат", проводился сравнительный анализ физико-механических свойств белорусского длинного трепаного льноволокна и образцов бананового волокна, произведенного в штате Тамил-Наду (Индия). Данное исследование иллюстрирует возможности по использованию данных, накапливаемых в процессе те-

кущего контроля крупного льноперерабатывающего предприятия.

Банановое волокно получают из ствола (стебля) банана, который подвергается механической обработке, в процессе которой удаляются древесные части стебля и большая часть влаги. Затем волокно подвергается сушке, после чего банановое волокно может использоваться для производства текстильных материалов с применением различных технологий [7...9].

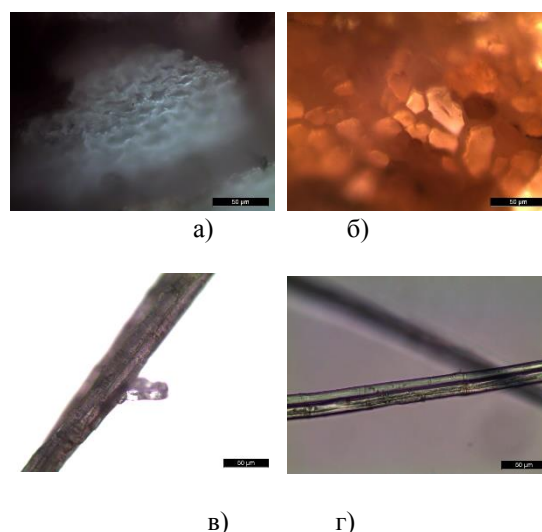


Рис. 1

На рис. 1 приведена микроскопия льняных и банановых волокон: а) поперечное сечение бананового волокна; б) поперечное сечение льняного волокна; в) продольный вид бананового волокна; г) продольный вид льняного волокна.

Испытания физико-механических свойств бананового волокна проводились в условиях лаборатории входного контроля в соответствии с методикой [10], утвержденной действующим стандартом для определения прядильной способности длинного трепаного льноволокна. Основными параметрами для оценки прядильной способности длинного трепаного льноволокна являются: разрывная нагрузка, гибкость, горстевая длина и группа цвета.

Горстевая длина длинного трепаного льноволокна в среднем составляет 60...80 см, в то время как длина добываемых банановых волокон ограничена лишь высотой ствола, который может достигать двух-трех



метров. Существующее технологическое оборудование для переработки льняного волокна сконструировано с учетом усредненных значений длины длинного трепаного льноволокна. Если средняя длина партии волокна значительно превышает технологические ограничения, то волокно укорачивают.

Используя эталонные образцы длинного трепаного льноволокна, определяют исследуемого образца к определенной группе цвета (1...4). Цвет волокна служит косвенным показателем содержания лигнина. Следовательно, сравнительный анализ цвета льняного и бананового волокна не имеет практического смысла.

Таким образом, наибольший интерес для проведения сравнительного анализа физико-механических свойств длинного трепаного волокна и бананового волокна представляют разрывная нагрузка и гибкость.

При определении гибкости согласно действующему стандарту [8] формируют 30 навесок волокон длиной в 27 см и весом 42 г. Определение гибкости проводится с использованием гибкомера ГВ-3. Разрывная нагрузка определяется с использованием образцов, подготовленных для измерения гибкости, на разрывной машине ДКВ-60 с расстоянием между зажимами 100 мм.

Для статистического анализа и обработки данных использовался язык R [11].

На рис. 2 приведены гистограммы распределения значений физико-механических свойств бананового волокна.

Среднее значение разрывной нагрузки бананового волокна составляет 162,2 Н. Коэффициент вариации по разрывной нагрузке 33,86%. Среднее значение гибкости составляет 29,38 мм. Коэффициент вариации по гибкости имеет значение 31,3%. Среднее значение горстевой длины бананового волокна равно 115 мм. Большинство образцов бананового волокна соответствуют группе цвета 2 льняного волокна. Произведение коэффициентов вариации по гибкости и разрывной нагрузке  $CO = 1111,15$ .

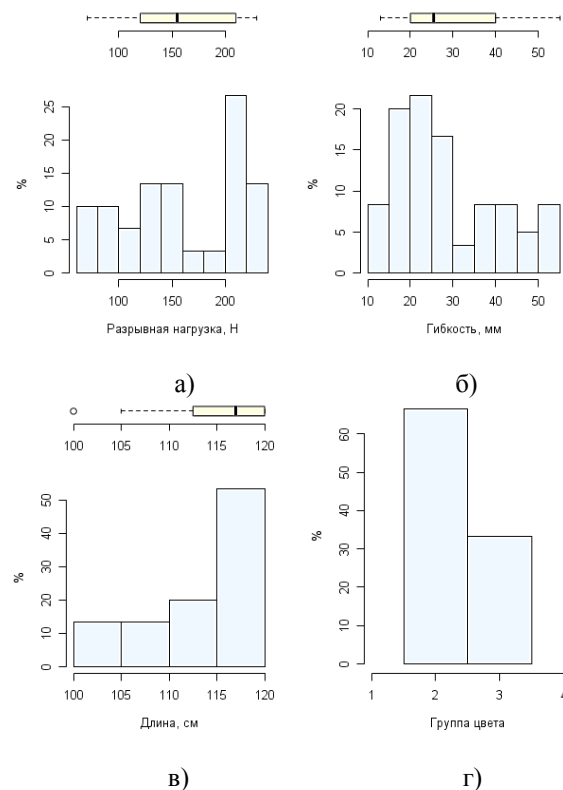


Рис. 2

Для проведения сравнительного анализа партий льняного волокна в информационной системе контроля качества используются частные функции желательности [12]:

$$S(x) = 1 - CDF(x) \approx \sum_{i: x_i \geq x} p_i = \frac{1}{n} k_{x_i \geq x},$$

где  $x$  – значение свойства одного исследованного образца;  $CDF(x)$  — кумулятивная функция распределения;  $p_i$  – вероятность, связанная со значением, удовлетворяющим условию  $x_i \geq x$ ;  $n$  – количество исследованных образцов;  $k$  – количество образцов, удовлетворяющих условию  $x_i \geq x$ .

С целью обеспечения высокого качества выпускаемой продукции РУПТП "Оршанский льнокомбинат" не закупает длинное трепаное льноволокно 9 и более низких номеров. В связи с этим сравнительный анализ физико-механических свойств бананового волокна производился с использованием данных о физико-механических свойствах длинного трепаного волокна 10 номера.

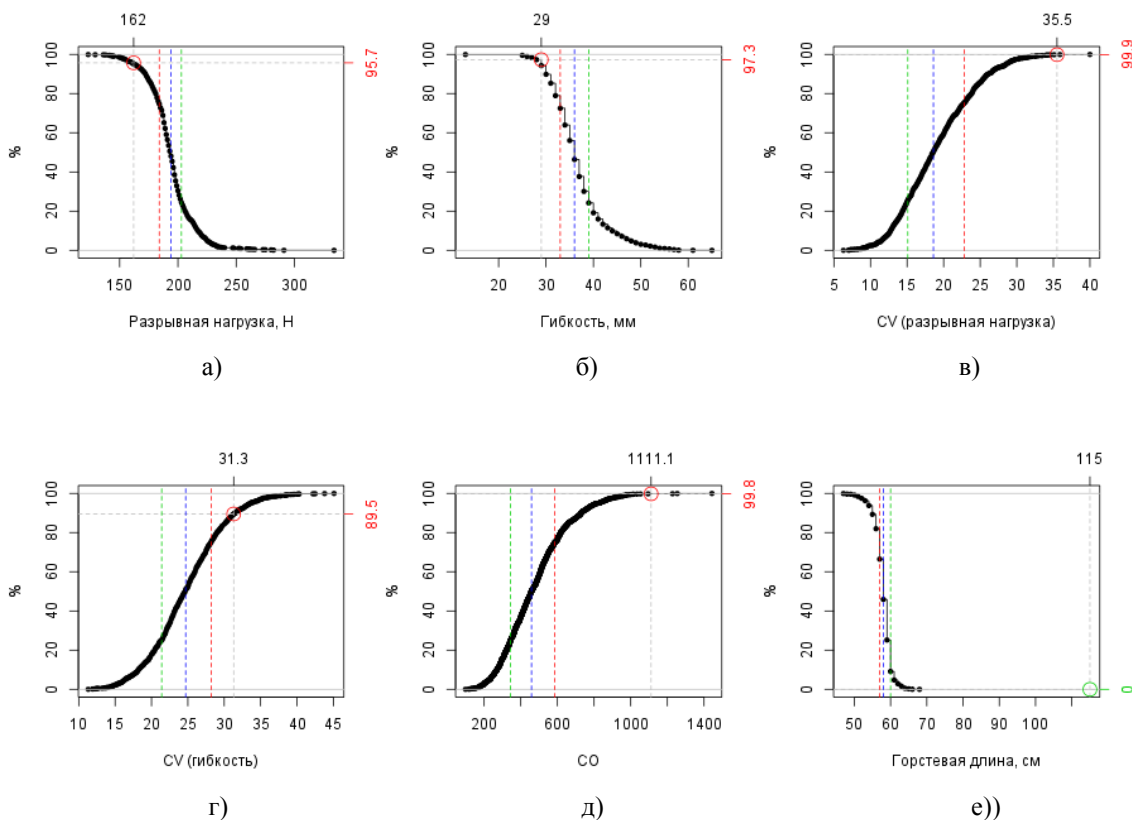


Рис. 3

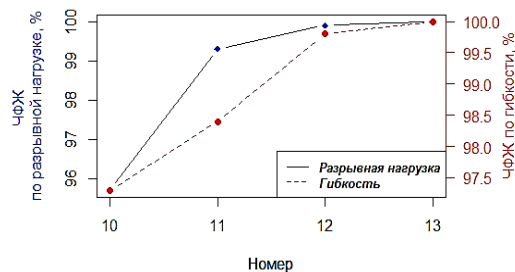
На рис. 3 приведены графики частных функций желательности для разрывной нагрузки и гибкости длинного трепаного волокна 10 номера. На рис. 3-а приведен график частной функции желательности для разрывной нагрузки. Как видно из графика, 4,3% образцов длинного трепаного льноволокна 10 номера имеют значение разрывной нагрузки хуже, чем среднее значение данного свойства для бананового волокна. На рис. 3-б приведена частная функция желательности для гибкости. Как видно из графика, 2,7% образцов длинного трепаного льноволокна 10 номера имеют значение гибкости хуже, чем среднее значение данного свойства для бананового волокна. На рис. 3-в приведена частная функция желательности для коэффициента вариации по разрывной нагрузке. Как видно из графика, 0,1% образцов длинного трепаного льноволокна 10 номера имеют значение этого параметра хуже, чем среднее значение данного свойства для бананового волокна. На рис. 3-г приведена частная функция желательности для коэффициента вариации

по гибкости. Как видно из графика, 10,5% образцов длинного трепаного льноволокна 10 номера имеют значение этого параметра хуже, чем среднее значение данного свойства для бананового волокна. На рис. 3-д приведена частная функция желательности для произведения коэффициентов вариации по гибкости и разрывной нагрузке (CO). Как видно из графика, 0,2% образцов длинного трепаного льноволокна 10 номера имеют значение этого параметра хуже, чем среднее значение данного свойства для бананового волокна. На рис. 3-е приведена частная функция желательности для горстевой длины. Как видно из графика, горстевая длина всех образцов длинного трепаного льноволокна 10 номера значительно ниже, чем среднее значение данного свойства для бананового волокна.

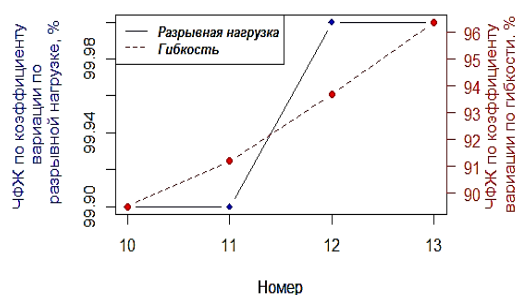
На рис. 4 приведены графики зависимостей значений частных функций желательности (ЧФЖ) свойств длинного трепаного волокна, построенных с использованием средних значений бананового волокна, от номера длинного трепаного волокна.

## ВЫВОДЫ

Как видно на рис. 4, с увеличением номера длинного трепаного льноволокна увеличивается процент образцов длинного трепаного волокна, обладающих лучшими значениями физико-механических свойств, чем средние значения свойств бананового волокна.



а)



б)

Рис. 4

Анализируя рис. 4-а, можно сделать следующие выводы:

- 100% образцов длинного трепаного льноволокна 13 номера имеют значения разрывной нагрузки и гибкости выше средних значений бананового волокна;
- 100% образцов 12 и 13 номеров имеют значения коэффициента вариации разрывной нагрузки выше средних значений бананового волокна;
- по коэффициенту вариации по гибкости банановому волокну уступают менее 4% образцов длинного трепаного волокна 13 номера.

Таким образом, по отдельным значениям разрывной нагрузки, гибкости, коэффициентам вариации по разрывной нагрузке и гибкости банановое волокно может соответствовать худшим образцам длинного трепаного волокна 10 и 11 номеров.

С использованием информационной системы контроля качества РУПТП "Оршанский льнокомбинат" проведен сравнительный анализ физико-механических свойств бананового волокна, произведенного в Индийском штате Тамил-Наду, и белорусского длинного трепаного волокна. Проведенный анализ показал, что банановое волокно обладает значениями разрывной нагрузки и гибкости, а также коэффициентами вариации по этим свойствам, сравнимыми с худшими образцами льняного длинного трепаного волокна 10 и 11 номеров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Belarus is in the final phase of entering the WTO [Электронный ресурс]; 2019. – Режим доступа: <http://www.by.undp.org/content/belarus/en/home/presscenter/speeches/2018/1.html>
2. Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г. Построение информационной системы для контроля качества длинного трепаного льноволокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1. С. 51...54.
3. Дягилев А.С., Петюль И.А., Бизюк А.Н., Коган А.Г., Разумеев К.Э. Оценка неопределенности при измерении разрывной нагрузки и гибкости длинного трепаного льноволокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С.69...75.
4. Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г. Экспресс-оценка прядильной способности длинного трепаного льноволокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 6. С.48...51.
5. Реймер В., Дягилев А.С., Либенштунд Л., Кузнецов А.А., Грис Т. Оценка прочности композиционных материалов, армированных плетеной преформой // Химические волокна. – 2018, № 6. С. 61...65.
6. Ramesh M., Sudharsan P. Experimental Investigation of Mechanical and Morphological Properties of Flax-Glass Fiber Reinforced Hybrid Composite using Finite Element Analysis // Silicon. – №10, 2018. P.747...757. <https://doi.org/10.1007/s12633-016-9526-5>
7. Zaida Ortega. Banana Fiber Processing for the Production of Technical Textiles to Reinforce Polymeric Matrices // Sustainable Design and Manufacturing. – 2017. P. 452...459.
8. Deepa B. Extraction and Characterization of Cellulose Nanofibers from Banana Plant // Handbook of Polymer Nanocomposites. Processing, Performance and Application. – 2014. P. 65...80.
9. Indira K.N., Jyotishkumar P. & Thomas S. Viscoelastic Behaviour of Untreated and Chemically

Treated Banana Fiber/PF composites // *Fibers Polym.* – №15, 2014. P.91...100. <https://doi.org/10.1007/s12221-014-0091-5>

10. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия : СТБ 1195-2008. – Введ. 30.04.2008. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь : Изд-во стандартов, 2008.

11. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. – Vienna, Austria 2018. URL <https://www.R-project.org/>.

12. Дягилев А.С., Головенко Т.Н., Чурсина Л.А., Коган А.Г., Шовкомуд А.В. Сравнительный анализ свойств волокон льна масличного и коротких волокон льна-долгунца // *Изв. вузов. Технология легкой промышленности.* – 2017. Т. 36, № 2. С. 54...58.

## REFERENCES

1. Belarus is in the final phase of entering the WTO [Elektronnyy resurs]; 2019. – Rezhim dostupa : <http://www.by.undp.org/content/belarus/en/home/presscenter/speeches/2018/1.html>

2. Dyagilev A.S., Bizyuk A.N., Kogan A.G. Postroenie informatsionnoy sistemy dlya kontrolya kachestva dlinnogo trepanogo l'novolokna // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2016, № 1. S. 51...54.

3. Dyagilev A.S., Petyul' I.A., Bizyuk A.N., Kogan A.G., Razumeev K.E. Otsenka neopredelennosti pri izmerenii razryvnoy nagruzki i gibkosti dlinnogo trepanogo l'novolokna // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2016, № 6. S.69...75.

4. Dyagilev A.S., Bizyuk A.N., Kogan A.G. Ekspress-otsenka pryadil'noy sposobnosti dlinnogo trepanogo l'novolokna // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2018, № 6. S.48...51.

5. Reymer V., Dyagilev A.S., Libenshtund L., Kuznetsov A.A., Gris T. Otsenka prochnosti kompozitsionnykh materialov, armirovannykh pletenoy preformoy // *Khimicheskie volokna.* – 2018, № 6. S.61...65.

6. Ramesh M., Sudharsan P. Experimental Investigation of Mechanical and Morphological Properties of Flax-Glass Fiber Reinforced Hybrid Composite using Finite Element Analysis // *Silicon.* – №10, 2018. P.747...757. <https://doi.org/10.1007/s12633-016-9526-5>

7. Zaida Ortega. Banana Fiber Processing for the Production of Technical Textiles to Reinforce Polymeric Matrices // *Sustainable Design and Manufacturing.* – 2017. P. 452...459.

8. Deepa B. Extraction and Characterization of Cellulose Nanofibers from Banana Plant // *Handbook of Polymer Nanocomposites. Processing, Performance and Application.* – 2014. P. 65...80.

9. Indira K.N., Jyotishkumar P. & Thomas S. Viscoelastic Behaviour of Untreated and Chemically Treated Banana Fiber/PF composites // *Fibers Polym.* – №15, 2014. P.91...100. <https://doi.org/10.1007/s12221-014-0091-5>

10. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия : СТБ 1195-2008. – Введ. 30.04.2008. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь: Изд-во стандартов, 2008.

11. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. – Vienna, Austria 2018. URL <https://www.R-project.org/>.

12. Dyagilev A.S., Golovenko T.N., Chursina L.A., Kogan A.G., Shovkomud A.V. Sravnitel'nyy analiz svoystv volokon l'na maslichnogo i korotkikh volokon l'na-dolguntsa // *Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti.* – 2017. Т. 36, № 2. С. 54...58.

Рекомендована кафедрой математики и информационных технологий ВГТУ. Поступила 17.11.21.

## ВЛИЯНИЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА КОКОНОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В ПЕРВОМ И ВТОРОМ СЕЗОНЕ

### INFLUENCE OF PRIMARY PROCESSING ON THE PROPERTIES OF COCOONS GROWN IN THE FIRST AND SECOND SEASON

*Х. АЛИМОВА, А.Э. ГУЛАМОВ, К.Р. АВАЗОВ, Д. ЗАКИРОВА*

*Kh. ALIMOVA, A.E. GULAMOV, K.R. AVAZOV, D. ZAKIROVA*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)

E-mail: komil.avazov@mail.ru

*Статья посвящена изучению физико-механических свойств коконов тутового шелкопряда, обработанных различными способами. Приведены показатели толщины, водопроницаемости и мощности коконной оболочки, а также выхода куколки коконов.*

*The article is devoted to the study of the physical and mechanical properties of silkworm cocoons processed in various ways. The indicators of the thickness, water permeability and thickness of the cocoon shell, as well as the output of the pupa of cocoons are given.*

**Ключевые слова:** инфракрасные лучи, морка куколки, сухие коконы, сортовые и несортовые коконы, сортировка, шелковая нить, коконный сдир, пленка, разматываемость, толщина коконной оболочки, водопроницаемости коконной оболочки, мощности коконной оболочки.

**Keywords:** infrared rays, killing chrysalis, dry cocoons, varietal and non-sorted cocoons, sorting, silk thread, cocoon shear, film, unwinding, thickness of cocoon shell, water permeability of the cocoon shell, the power of the cocoon shell.

В Республике Узбекистан принимаются последовательные меры по развитию шелковой промышленности, внедрению современных и инновационных технологий в производство и переработку коконов, увеличению объема шелковых изделий и их экспорта, а также привлечению прямых иностранных инвестиций.

Цель поддержки создания новых пород тутовых деревьев и интенсивных тутовых рядов, привлечения прямых иностранных инвестиций в отрасль, широкого внедрения передовых технологий, инновационных идей, научных достижений, глубокой переработки коконного сырья направлена на производство конкурентоспособных готовых изделий с высокой добавленной стои-

мостью и расширение их видов. Для решения вышеуказанных задач по Указу Президента Республики Узбекистан разработана программа УП-4047 от 4 декабря 2018 г. "О дополнительных мерах по поддержке ускоренного развития шелковой промышленности в республике" [15].

На сегодняшний день на 31 предприятия республики проведена модернизация и масштабное обновление оборудования по переработке коконов. В 2019-2020 гг. планируется построить 11 перерабатывающих предприятий. В регионах создаются крупные предприятия, такие как "Bukhara Brilliant Silk", "Andijan Silk Co", "Silk expert processing", "Agro global", "Khiva Silk Fabrik", деятельность которых будет направ-

лена на производство изделий для экспорта с высокой добавленной стоимостью. Ожидается, что эти проекты будут полностью реализованы к 2021 г. В частности, предприятие "Andijan Silk Co" будет обеспечивать постоянной работой около 1000 человек, и к 2021 г. оно сможет экспортировать товары на сумму 12 миллионов долларов.

Поддерживаются крепкие связи с международными организациями с целью ознакомления с новыми идеями, инновациями и тенденциями в мировой шелковой индустрии. В частности, в октябре прошлого года Узбекистан присоединился к Международному шелковому совету (ISC) как 20-й член. Кроме того, Ассоциация "Узбекипаксаноат" начала совместные проекты с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (FAO) и Организацией промышленного развития, с партнерскими агентствами Германии (GIZ) и Японии (JICA) [2], [15].

Производство качественных коконов, шелка-сырца и шелковых тканей, которые могут конкурировать на мировом рынке, связано с рядом проблем. Известно, что качество готового продукта требует качественного сырья и правильной последовательности технологических процессов. Однако использование физически и морально устаревших агрегатов на базах первичной обработки коконов (БПОК), где первичная переработка коконов производится горячим воздухом, отрицательно влияет на технологические свойства оболочки и приводит к денатурации серицина [3...9].

Живой кокон имеет высокую влажность. После морки коконы с такой влажностью нельзя хранить долгое время так как при длительном хранении коконы быстро плесневеют и становятся непригодными для дальнейшей переработки. Первичная обработка живых коконов представляет со-

бой сложный процесс, при котором происходит интенсивный обмен влаги и тепла между оболочкой и куколкой. Поэтому процесс морки и удаления влаги из оболочки требует эффективного использования расходуемой энергии при сохранении естественных технологических свойств коконов путем правильного выбора режимов, изучения происходящих тепловых процессов.

Принимая во внимание вышесказанное, был проведен ряд экспериментов на коконотальном предприятии "Кумуш тола", расположенном в Каттакурганском районе Самаркандской области и на кафедре "Технология шелка" с целью проверки зависимости физико-механических свойств коконов и куколки от способов первичной обработки. Для этого проводились эксперименты весной, то есть первый и летом – второй сезон. Выкормка первого, то есть весеннего сезона, проводилась в мае и июне, смотря на погодные условия. Второй сезон выкормки проводился летом, в июле. Коконы породы Узбекистан 5 одного калибра, заготовленные в первом и втором сезонах, подвергались первичной обработке по трем вариантам. Метод, использованный в 1-м варианте, заключался в сушке на сушильном агрегате СК-150К в течение 1,5 ч при температуре 90°C (морка и полусушка) и полной сушке на теневых сушилках; во 2-м варианте: морка живых коконов проводилась путем фумигации химическими веществами (фосфид алюминия 56%), а дальше полная сушка на теневых сушилках; в 3-м варианте: морка коконов проводилась с использованием инфракрасных лучей и полной сушкой на теневых сушилках [10...13]. В табл. 1 (применяемые методы и их параметры для обработки живых коконов) приведены методы и режимы первичной обработки живых коконов.

Т а б л и ц а 1

Метод обработки	Оборудование	Длительность обработки, ч	Температура, °С	Применяемые вещества
Горячим воздухом	СК-150К	1,5	90	Горячий воздух
Фумигация	-	2	постоянная	фосфид алюминия 56%
Инфракрасными лучами	Прибор с инфракрасными лучами	1,5	постоянная	инфракрасные лучи

После первичной обработки определены физико-механические показатели обо-

лочки сухих коконов (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

№	Варианты обработки	Сезон получения коконов	Верхнее полушарие		Перехват	Нижнее полушарие		Средняя
			полос	полушарие		полос	полушарие	
1	1-й вариант (горячий воздух)	Толщина коконной оболочки, мм						
		Первый (весенний) (контроль)	0,81	0,79	1,13	1,04	0,86	0,93
		Второй (летний) (опыт)	0,69	0,89	0,97	0,86	0,71	0,82
		Мощность коконной оболочки, г/см <sup>2</sup>						
		Первый (весенний) (контроль)	18	20	25	16	21	20,0
		Второй (летний) (опыт)	15	17	21	12	19	16,8
		Водопроницаемость оболочки, л/см <sup>2</sup> с						
		Первый (весенний) (контроль)	0,186	0,181	0,178	0,180	0,183	0,1816
		Второй (летний) (опыт)	0,173	0,171	0,161	0,168	0,164	0,1674
2	2-й вариант (фумигация)	Толщина коконной оболочки, мм						
		Первый (весенний) (контроль)	0,81	0,80	1,10	0,91	0,90	0,90
		Второй (летний) (опыт)	0,70	0,71	0,88	0,79	0,74	0,76
		Мощность коконной оболочки, г/см <sup>2</sup>						
		Первый (весенний) (контроль)	18	19	24	17	20	19,6
		Второй (летний) (опыт)	15	16	20	16	17	16,8
		Водопроницаемость оболочки, л/см <sup>2</sup> с						
		Первый (весенний) (контроль)	0,187	0,190	0,183	0,185	0,188	0,1866
		Второй (летний) (опыт)	0,176	0,179	0,175	0,180	0,181	0,1782
3	3-й вариант (ИК-обработка)	Толщина коконной оболочки, мм						
		Первый (весенний) (контроль)	0,80	0,79	1,11	0,90	0,87	0,89
		Второй (летний) (опыт)	0,71	0,86	0,89	0,80	0,75	0,80
		Мощность коконной оболочки, г/см <sup>2</sup>						
		Первый (весенний) (контроль)	17	19	23	18	19	19,2
		Второй (летний) (опыт)	14	16	19	17	15	16,2
		Водопроницаемость оболочки, л/см <sup>2</sup> с						
		Первый (весенний) (контроль)	0,183	0,190	0,189	0,182	0,185	0,1858
		Второй (летний) (опыт)	0,175	0,179	0,174	0,180	0,182	0,1780

Прочность оболочки кокона позволяет определить плотность шелка в оболочке [1]. Этот показатель связан с технологическими характеристиками и определяет массу 5 дисков диаметром 10 мм, вырезанных из оболочки кокона. Значения прочности оболочки также варьировались в обозначенных местах. Согласно данным мощ-

ность оболочки, несмотря на разные показатели в разных участках оболочки, в среднем имеет близкие значения.

Водопроницаемость оболочки кокона является одним из технологических свойств, которое влияет на качество сырья во время процесса первичной обработки и размотки коконов. В ходе эксперимента

изучалась водопроницаемость образцов коконной оболочки. Анализы показали, что у коконов, выращенных весной, степень водопроницаемости выше, чем у коконов, выращенных в повторяющихся сезонах.

По результатам анализа было установлено, что у опытных коконов в разных частях разные показатели толщины, и средняя толщина значительно выше, чем у контрольных коконов. В частности, во всех трех вариантах толщина и мощность оболочки коконов близки друг к другу, но стало известно, что на показатель водопроницаемости оболочки влияют способы переработки коконов и ее режимы. Итак, в 1-м варианте водопроницаемость контрольной оболочки составила 0,1816, во 2- и 3-м варианте соответственно выше на 2,8% (абс.) и 2,7% (абс.). В 1-м варианте водопроницаемость опытной оболочки составила 0,1674, во 2- и 3-м варианте соответственно выше на 6,1% (абс.) и 5,9 (абс.).

Основываясь на полученных результатах, согласно исследованию обработки ко-

конов тремя методами, а именно горячим воздухом, фумигацией и инфракрасными лучами, толщина, прочность и водопроницаемость коконов первого и второго сезона показали хорошие результаты, когда обрабатывались инфракрасными лучами. По этим данным можно рекомендовать метод обработки инфракрасными лучами на переработку в производстве.

Куколки, собранные в течение 3...5 суток сезона, бывают желтого цвета и без запаха. А в процессе сушки куколка приобретает неприятный запах в результате ферментации белковых веществ. В результате изменения содержания жира куколка становится коричневой, а при длительном содержании в горячем воздухе становится темно-коричневой или черной. В результате жир сгорает и превращается в воск и становится трудно растворимым [14]. С учетом вышеизложенного было определено влияние различных режимов переработки на выход и цвет куколки (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

№	Варианты обработки	Сезон получения коконов	Выход куколки, %	В том числе выход по цвету, %			
				желтый	коричневый	черный	гусеница
1	1-й вариант (горячий воздух)	Первый (весенний) (контроль)	48,2	68,5	26,4	3,7	1,4
		Второй (летний) (опыт)	46,1	66,5	27,1	4,5	1,9
2	2-й вариант (фумигация)	Первый (весенний) (контроль)	48,8	73,4	19,7	5,8	1,1
		Второй (летний) (опыт)	46,3	75,1	19,3	4,1	1,5
3	3-й вариант (ИК-обработка)	Первый (весенний) (контроль)	48,6	71,1	21,3	6,6	1,0
		Второй (летний) (опыт)	46,2	74,2	19,8	4,2	1,8

Результаты показывают, что у коконов, выращенных во втором (летнем) сезоне, выход куколки значительно выше, чем у коконов первого (весеннего) сезона. Стало известно влияние способа и режима переработки на выход куколки желтого цвета. В 1-м варианте контрольный выход куколки желтого цвета составил 68,5%, во 2 и 3-м вариантах соответственно выше на 4,9% (абс.) и 2,6% (абс.). В 1-м варианте опытный выход куколки желтого цвета составил 66,5%, во 2- и 3-м вариантах соответственно выше на 8,6% (абс.) и 7,7% (абс.).

Известно, что выбор режима сушки кокона влияет на свойства серицина. Свойства серицина выражаются растворимостью, набуханием и силой адгезии. Серицин в оболочке сухих коконов прочно держит коконную нить, которая формирует оболочку. Для отделения коконной нити от оболочки требуется усилие до 1,52 сН. Для непрерывной размотки коконов с высокой скоростью сила, необходимая для отделения коконной нити, не должна превышать 0,2 сН. Для этого показатели набухаемости



оболочки и растворимость серицина должны быть на требуемом уровне [1].

Особенностью строения молекулы серицина является легкий переход растворителя в серицин. Проникновение воды в серицин вызывает набухание, отделение и частичное растворение серицина. Полудисперсия молекулы серицина вызывает его растворение, даже когда она не достигает критической точки температуры. Его растворимость зависит от породы кокона, условий выкармливания, способов первичной об-

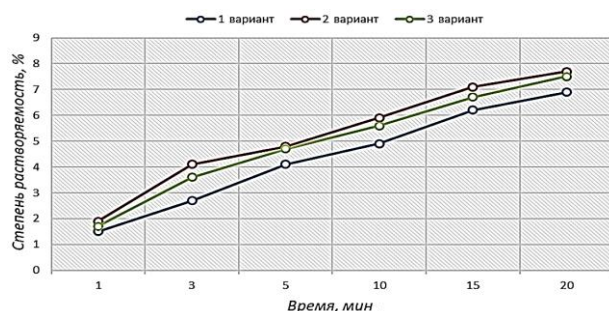


Рис. 1

С целью проверки характеристик растворимости серицина в оболочках коконов, обработанных вышеприведенными способами и выращенными в весеннем и повторяющихся сезонах, определена потеря веса путем кипячения оболочки коконов в дистиллированной воде по существующей методике (по 50 образцов,  $i = 10$  повторов) (рис. 1 – зависимость растворимости коконной оболочки, обработанной разными способами и выращенной в весеннем сезоне от времени (контроль) и рис.2 – зависимость растворимости коконной оболочки, обработанной разными способами и выращенной во втором сезоне от времени (опыт)).

Результаты исследования показали, что сушка коконов горячим воздухом влияет на технологические свойства оболочки кокона. Растворимость серицина оболочки кокона в 1-м варианте в среднем составляет ниже на 0,97% (абс.) по сравнению с контролем, а во 2- и 3-м вариантах соответственно ниже на 0,85% (абс.) и 0,75% (абс.). Анализируя способы первичной обработки коконов, установлено, что результаты двух вариантов, во 2-м варианте (фумигация) и 3-м варианте (ИК), были близки друг к

другу (морки и сушки коконов) и режимов запаривания. Степень растворимости серицина рассчитывается по следующему выражению [15]:

$$P_a = \frac{m_0 - m_k}{m_0} \cdot 100\% ,$$

где  $m_k$  – масса оболочки кокона после отварки;  $m_0$  – масса оболочки коконов в сухом состоянии до отварки.

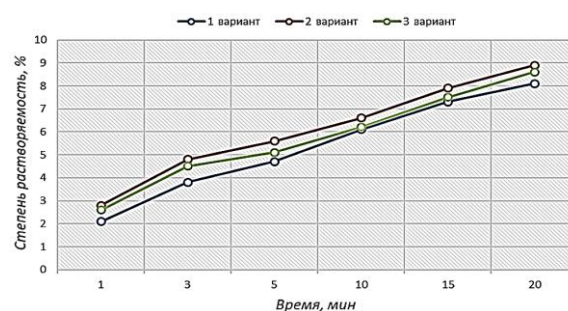


Рис. 2

другу, а обработка горячим воздухом значительно влияла на растворение серицина в оболочке. Из результатов видно, что морка коконов методом фумигации и сушки на теневых сушилках лучше сохраняет свойства оболочки. Однако один из основных недостатков этого метода заключается в том, что при размотке коконов химические вещества, которые сохраняются в коконе, в результате взаимодействия с водой отрицательно влияют на здоровье рабочих. 3-й вариант показывает, что морка живых коконов инфракрасными лучами и сушка на теневых сушилках приводит к сохранению технологических свойств серицина. Этот фактор в процессе размотки приводит к хорошему набуханию, запариванию и размываемости.

## ВЫВОДЫ

В результате исследования определено, что технология и методы первичной обработки коконов влияют на физико-механические свойства оболочки и куколки. Это указывает на то, что чем меньше коконы подвергаются воздействию горячего воз-

духа, тем выше выход желтых куколок. Это указывает на то, что для получения высококачественного шелка-сырца требуется индивидуальная разработка технологических режимов для коконов, выращенных в разных сезонах. Основываясь на результатах исследования, установлено, что живые коконы, обработанные инфракрасными лучами, позволяют получать качественное сырье. Использование для этого процесса такого источника энергии как солнце позволяет экономить электроэнергию и снизить себестоимость обработанных коконов. В результате кокономотальные предприятия, работающие по кластерной системе, будут обеспечены высококачественными сухими коконами и позволят расширить выработку конкурентоспособной продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рубинов Э.Б. Шелкосырье и кокономотание. – М.: Легпробытгиздат, 1986.
2. Алимova X.A. Безотходная технология переработки шелка. –Т.: Фан, АН РУ, 1994.
3. Авазов К.Р. Состояние агрегатов первичной переработки коконов // Проблемы текстиля. – 2008, №1. С. 97...100.
4. Гуламов А.Э., Авазов К.Р., Абдуллаев Б. Новый способ морки и сушки коконов в области сверхвысокой частоты (СВЧ) // Международный семинар по возрождению и развитию шелководства и развития малого предпринимательства в (BACSA) Черном, Каспийском морях и Центральной Азии. –Ташкент, Узбекистан, 2005. С. 517...519.
5. Авазов К.Р. Расчет температурного режима оболочки шелковичных коконов при их терморadiационной сушке // Гелиотехника. – 2009, №2.
6. Авазов К.Р. Коэффициент теплопередачи между сушильным агентом и поверхностью куколки при конвективной сушке шелковичных коконов // Проблемы текстиля. – 2009, №2. С. 65...68.
7. Авазов К.Р. Моделирование темпа изменения температуры куколки шелковичных коконов при их терморadiационном замаривании // Европейские прикладные науки ISSN 2195-2183 Национальный центр ISSN Германии, №12, 2015.
8. Авазов К.Р., Бастамкулова Х.Д. Пути повышения эффективности первичной обработки коконов при влиянии инфракрасных лучей // Австрийский журнал технических и естественных наук, ISSN 2310-5607, №1, 2016.
9. Авазов К.Р. Исследование усовершенствованной технологии первичной обработки коконов тутового шелкопряда // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №5. С. 80.
10. Алимova X., Авазов К., Закирова Д., Хакимов Н.

Исследование технологии первичной обработки коконов, выращенных в повторяющихся сезонах // Международный журнал передовых исследований в области науки, техники и технологий. (IJARSET), ISSN: 2350-0328, Т. 5, вып. 12, декабрь 2018.

11. Алимova X., Авазов К.Р. Основа процесса сушки шелковичных коконов // Проблемы текстиля. – Ташкент, 2016, №4.
12. Алимova X., Гуламов А.Э., Авазов К.Р., Азаматов У.Н., Бастамкулова Х.Д., Умурзакова Х.Х., Абдуллаев О.С. Устройство морки куколки тутового шелкопряда/№FAP 20190145, 26.07.2019.
13. Алимova X., Авазов К.Р., Файзуллаев Ш.Р., Тураев Ф. Эффективные способы первичной обработки коконов // Проблемы текстиля. – 2016, №2.
14. Бобоев Ш.Р., Авазов К.Р., Қодиров Ш.А. Влияние первичной обработки кокона на внешний вид и выход куколки кокона // Шелк. – Ташкент, 2001, №1. С. 9...12.
15. <https://uzbekipaksanoat.uz>

#### REFERENCES

1. Rubinov E.B. Shelkosyr'e i kokonomotanie. –M.: Legprobytizdat, 1986.
2. Alimova Kh.A. Bezotkhodnaya tekhnologiya pererabotki shelka. –T.: Fan, AN RU, 1994.
3. Avazov K.R. Sostoyanie agregatov pervichnoy pererabotki kokonov // Problemy tekstilya. – 2008, №1. S. 97...100.
4. Gulamov A.E., Avazov K.R., Abdullaev B. Novyy sposob morki i sushki kokonov v oblasti sverkhvysokoy chastoty (SVCh) // Mezhdunarodnyy seminar po vozrozhdeniyu i razvitiyu shelkovodstva i razvitiya malogo predprinimatel'stva v (BACSA) Chernom, Kaspiyskom moryakh i Tsentral'noy Azii. –Tashkent, Uzbekistan, 2005. S. 517...519.
5. Avazov K.R. Raschet temperaturnogo rezhima obolochki shelkovichnykh kokonov pri ikh termoradiatsionnoy sushke // Geliotekhnika. – 2009, №2.
6. Avazov K.R. Koeffitsient teploperedachi mezhdusushil'nym agentom i poverkhnost'yu kukolki pri konvektivnoy sushke shelkovichnykh kokonov // Problemy tekstilya. – 2009, №2. S. 65...68.
7. Avazov K.R. Modelirovanie tempa izmeneniya temperatury kukolki shelkovichnykh kokonov pri ikh termoradiatsionnom zamarivanii // Evropeyskie prikladnyenauki ISSN 2195-2183 Natsional'nyuy tsentr ISSN Germanii, №12, 2015.
8. Avazov K.R., Bastamkulova Kh.D. Puti povysheniya effektivnosti pervichnoy obrabotki kokonov pri vliyaniinfrakrasnykh luchey // Avstriyskiy zhurnal tekhnicheskikh i estestvennykh nauk, ISSN 2310-5607, №1, 2016.
9. Avazov K.R. Issledovanie usovershenstvovannoy tekhnologii pervichnoy obrabotki kokonov tutovogo shelkopryada // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №5. S. 80.
10. Alimova Kh., Avazov K., Zakirova D., Khakimov N. Issledovanie tekhnologii pervichnoy obrabot-

ki kokonov, vyrashchennykh v povtoryayushchikhsya sezonakh // Mezhdunarodnyy zhurnal peredovykh issledovaniy v oblasti nauki, tekhniki i tekhnologiy. (IJAR-SET), ISSN: 2350-0328, T. 5, vyp. 12, dekabr' 2018.

11. Alimova Kh., Avazov K.R. Osnova protsessa sushki shelkovichnykh kokonov // Problemy tekstilya. – Tashkent, 2016, №4.

12. Alimova Kh., Gulamov A.E., Avazov K.R., Azamatov U.N., Bastamkulova Kh.D., Umurzakova Kh.Kh., Abdullaev O.S. Ustroystvo morki kukolki tutovogo shelkopryada/№FAP 20190145, 26.07.2019.

13. Alimova Kh., Avazov K.R., Fayzullaev Sh.R., Turaev F. Effektivnye sposoby pervichnoy obrabotki kokonov // Problemy tekstilya. – 2016, №2.

14. Boboev Sh.R., Avazov K.R., Kodirov Sh.A. Vliyanie pervichnoy obrabotki kokona na vneshniy vid i vykhod kukolki kokona // Shelk. – Tashkent, 2001, №1. S. 9...12.

15. <https://uzbekipaksanoat.uz>

Рекомендована кафедрой технологии шелка.  
Поступила 04.02.22.

УДК 65.012.122:631.364.7:677.191  
DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_155

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ,  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ФОРМИРОВАНИЕ И ОТГРУЗКУ  
ТЕКСТИЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ  
ОДНОРОДНЫХ ПО ПАРАМЕТРАМ КАЧЕСТВА  
ПАРТИЙ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА**

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED SYSTEM  
ENSURES THE FORMATION AND SHIPMENT  
TO TEXTILE ENTERPRISES  
OF COTTON FIBER LOTS HOMOGENEOUS  
IN TERMS OF QUALITY PARAMETERS**

*P.A. ГУЛЯЕВ, А.А. СУЛТОНОВ, Р.Ф. ЮНУСОВ,  
Д.Р. РАФИКОВ, О.О. ИБОДУЛЛАЕВ*

*R.A. GULYAEV, A.A. SULTONOV, R.F. YUNUSOV,  
D.R. RAFIKOV, O.O. IBODULLAEV*

**(ООО "Paxta Ilmiy-Innovasiya Markazi", Республика Узбекистан,  
Бухарский инженерно-технологический институт, Республика Узбекистан)**

**("Paxta Ilmiy-Innovasiya Markazi" LLC, Republic of Uzbekistan,  
Bukhara Institute of Engineering and Technology, Republic of Uzbekistan)**

E-mail: uzcluster@gmail.com

*В статье приведена информация о разработке и внедрении системы идентификации и автоматизированного учета кип хлопкового волокна в соответствии с мировыми стандартами PVI (Permanent Bale Identification). Внедрение данной системы позволяет на основании показателей качества, определяемых по каждой кипе на инструментальных системах SCITC (HVI), формировать и отгружать по заявкам текстильных предприятий однородные по качеству (сорт, класс, тип и т.д.) партии хлопкового волокна. В отличие от существующей системы формирование однородных по качеству партий хлопкового волокна вагонной или контейнерной нормы осуществляется на хлопковых терминалах. В рамках реализуемого проекта*

*разработано устройство (консоль) сквозной нумерации, а также программное обеспечение по идентификации, учету и рассортировке кип хлопкового волокна.*

*The article provides information on development and implementation of the system of identification and automated accounting of cotton fiber bales in accordance with the world standards PBI (Permanent Bale Identification). Implementation of this system allows to form and dispatch homogeneous lots of cotton fiber in terms of quality (grade, class, type, etc.) on the basis of quality indicators determined for each bale on SCITC (HVI) instrumental systems. In contrast to the existing system, the formation of homogeneous lots of cotton fiber of wagon or container norm is carried out at cotton terminals. As part of the project, a permanent bale identification device (console) and software for identification, accounting and sorting of cotton fiber bales have been developed.*

**Ключевые слова:** хлопковое волокно, кипа, учет, сквозная нумерация, количество, качество, система SCITC (HVI), сорт, класс, конкурентоспособность.

**Keywords:** cotton fiber, bale, accounting, permanent bale identification, quantity, quality, SCITC (HVI) system, grade, class, competitiveness.

#### *Введение*

Хлопковый комплекс занимает центральное место в экономике Республики Узбекистан. Реформы, осуществленные правительством в хлопковой отрасли, явились важнейшим элементом планомерного развития страны и ее перехода к рыночной экономике. Главная продукция комплекса – хлопковое волокно – является конкурентоспособной на мировом рынке технической продукцией [1]. В Республике Узбекистан реализуются комплексные широкомасштабные меры по повышению эффективности производственного процесса первичной переработки хлопка и внедрению высокоэффективных систем управления технологическими процессами, улучшающими свойства хлопковой продукции [2].

Необходимость внедрения системы идентификации и автоматизированного учета продукции в соответствии с мировыми стандартами PBI (Permanent Bale Identification), а также отгрузки по заявкам текстильных предприятий однородных по качеству (сорт, классу, типу и т.д.) партий хлопкового волокна вызвана тем, что текстильным предприятиям необходимо однородное по качеству хлопковое волокно одного селекционного и промышленного сорта, одного

типа, одного класса. Иначе говоря, один уровень качества с одной ценой. Если партии хлопкового волокна неоднородные по качеству, то текстильщикам необходимо рассортировывать кипы на складах, теряя на этом время и деньги. Также, если партии не полные и в вагон надо загружать несколько партий, часто разного качества по классам и ценам, то потребители стараются найти причины не брать такой хлопок или занизить его качество до низшего уровня [2].

#### *Методы*

В мировой практике накоплен достаточный опыт в области автоматизированной идентификации кип хлопковой продукции и формирования однородных партий хлопковой продукции по показателям качества, определенным инструментальными системами CSITS (HVI). Системы учета и сепарации функционируют в США, КНР, Бразилии, Австралии, других хлопкосеющих странах.

В США, Австралии, Бразилии собранный фермерами хлопок-сырец хранится в модулях массой порядка 10 тонн или круглых скирдах массой до 3,5 тонн. С использованием модульных систем хлопок-сырец хранится в течение нескольких недель, без потерь в качестве. Однако при данной сис-

теме разнородность параметров хлопко-сырца отличается по полям, по фермерам, по видам сбора, что приводит к различиям в качестве переработанного хлопкового волокна [3].

В связи с этим формирование отгрузочных партий осуществляется трейдерскими компаниями на специализированных хлопковых терминалах. После поступления кип хлопковой продукции на терминалы проводится рассортировка кип на однородные лоты (обычно по 100 кип) на основании данных по оценке качества, определенных автоматизированными системами оценки качества SCITC (HVI).

Для маркировки каждой кипы хлопкового волокна в США, Бразилии, Австралии применяют специально напечатанные бирки PVI. В Греции, КНР устройства, обеспечивающие измерение влажности волокна в кипах и печать бирок со штрих-кодом со всей информацией о произведенной кипе находятся непосредственно на хлопкозаводах. Кипы при выходе из пресса на хлопкозаводе получают сквозной номер, дублированный штрих-кодом стандарта EAN 128, который легко считывается в компьютерную систему, как на хлопкозаводе, так и на терминалах (рис. 1 – внешний вид бирки штрих-кода Министерства сельского хозяйства США (USDA)) [3].

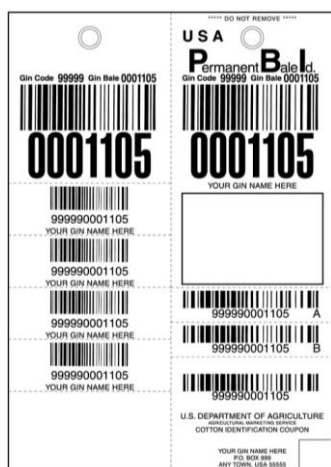


Рис. 1

В отличие от зарубежной практики хранение хлопко-сырца на заготовительных пунктах и хлопкозаводах в Республике Узбекистан, а также в большинстве хлопкосе-

ющих стран СНГ производится в бунтах массой порядка 350...500 тонн. Ранее, при существовании больших коллективных хозяйств, применении ими единых и унифицированных агротехнических мероприятий однородность комплектуемых партий хлопко-сырца в бунтах была достаточно высока. Однако в настоящее время партии хлопко-сырца (бунты) формируются из объемов хлопко-сырца, поставляемых десятками и сотнями фермеров, применяющих несколько отличные агротехнические мероприятия, практикующие различные методы сбора. Возросшая неоднородность хлопко-сырца при его комплектовании, нарушение процедур заготовки хлопко-сырца, а также отклонения от оптимальной технологии его первичной переработки приводят к увеличению неоднородности хлопкового волокна.

При существующей системе формирования отгрузочных партий исключить образование мелких и неоднородных партий по качеству невозможно. Вагонная норма для отгрузки волокна определяется простым отсчетом 220...230 кип при переработке бунта без учета их качества, когда кипы только выходят из пресса, и данных о их фактическом качестве не имеется. Кипы маркируются номером партии и порядковым номером внутри партии до полной вагонной нормы.

После испытаний проб в лабораториях ГУП "Центр по оказанию услуг в агропромышленном комплексе" (УЦ "Сифат") может выявиться, что в партии содержатся кипы с разным качеством, и соответственно возникает проблема мелких и неоднородных партий. Также в одной партии встречаются отдельные кипы с отклонениями по качеству как вверх, так и вниз. Нужно было бы отделять эти кипы, но тогда возникает проблема с их учетом и реализацией, так как они промаркированы номером основной партии. Если эти кипы останутся в партии, то могут сильно осложнить ее реализацию. При поступлении таких разнородных по качеству партий хлопкового волокна на текстильные предприятия, последние могут столкнуться ростом неравномерности выработываемой хлопковой пряжи.

В целях идентификации кип хлопкового волокна ГУП "Центр по оказанию услуг в агропромышленном комплексе" (ранее – УЦ "Сифат", далее по тексту – Центр) начал использовать бирки штрих-кода стандарта EAN 128 с 2001 года. По инициативе УЦ "Сифат" в государственный стандарт О'z DSt 841:1997 "Волокно хлопковое, линт хлопковый, отходы хлопкозаводов улюко-содержащие и пухосодержащие. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение" было внесено Изменение №1 (утверждено и введено в действие постановлением Агентства Узстандарт №05-05 от 2003-02-14), предусматривающее возможность маркировки кип с применением штрих-кода [4]. При этом все бирки штрих-кода печатались централизованно в Центральном офисе Центра в г. Ташкенте на принтерах Printronix.

На рис. 2 показан внешний вид бирки штрих-кода ГУП "Центр по оказанию услуг в агропромышленном комплексе" (УЦ "Сифат").

Однако внедрение сквозной нумерации кип хлопкового волокна с использованием бирок штрих-кода было использовано исключительно для обеспечения производительности автоматизированных измерительных систем CSITC (HVI). Хлопкоочистительные предприятия не производили рассортировки кип хлопкового волокна на однородные партии и продолжали механически формировать партии хлопкового волокна простым отсчетом 215-220 кип до достижения вагонной нормы.

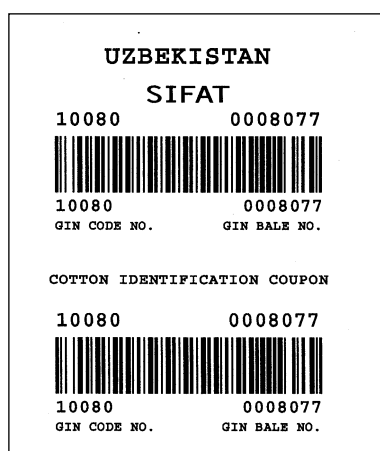


Рис. 2

### Результаты и обсуждения

В 2019 г. в хлопково-текстильном кластере ООО "Бухара Агрокластер" был начат эксперимент по использованию данных по качеству хлопкового волокна в целях формирования однородных по качеству отгрузочных партий хлопкового волокна.



Рис. 3

Научным Центром ООО "Paxta Iltiy-innovasiya Markazi" было разработано устройство (консоль) сквозной нумерации, обеспечивающее печать бирок штрих-кода непосредственно на территории хлопкоочистительного предприятия (рис. 3). Данная конструкция защищена Патентом на промышленный образец Республики Узбекистан SAP 01825 [5].

Устройство сквозной нумерации интегрировано с электронными весами, осуществляющими взвешивание кип хлопкового волокна. Таким образом, помимо сквозного номера, на бирке печатаются параметры массы кип хлопкового волокна, а также дата производства (рис. 4 – внешний вид бирки штрих-кода ООО "Бухара Агрокластер").

Хлопкоочистительные заводы при использовании новой системы осуществляют переработку партии хлопка-сырца (бунта) и при закрытии производственного задания вносят в него данные об интервале сквозных номеров кип и фактическом качестве

волокна. Необходимая информация по качеству и количеству произведенного хлопкового волокна доступна в автоматизированной информационной системе "Uzraxta-1C". Программное обеспечение автоматизированной информационной системы "Uzraxta-1C" защищено Патентом Республики Узбекистан DGU 09844 [6].

Представление оперативной информации о производстве кип хлопкового волокна в информационной системе "Uzraxta-1C" показано на рис. 5.



Рис. 4

Вид	Завод	Кипы	Штрихкод	Штрихкод макс	Вес	Вес тары	Вес нетто	Месяц			Сезон								
								Кипы	Штрихкод	Штрихкод макс	Вес	Вес тары	Вес нетто	Кипы	Штрихкод	Штрихкод макс	Вес	Вес тары	Вес нетто
Хлопок	АО "SHUVON RAKA TOZALAB"	676	021010100409	021110069820	159 328,9	754,6	158 572,3	4 943	021010099530	021110069820	1 165 970,7	5 631	1 160 439,7	23 676	021010084668	021110069820	5 627 169,4	25 935	5 501 234,4
					63 645,2	230	63 315,2	1 970	021050178303	021050180272	468 564,4	2 364	458 200,4	8 014	021050172259	021050180272	1 967 480,6	9 584,8	1 957 895,8
		141	021010100409	021010100549	33 604	141	33 463	1 020	021010099530	021010100549	244 312	1 020	243 292	5 982	021010084668	021010100549	1 398 632	5 982	1 392 750
		142	021100091056	021100091197	33 967,6	142	33 725,6	983	021100092016	021100091197	230 302	983	229 319	5 730	021100085460	021100091197	1 331 640	5 730	1 325 911
		118	021100091056	021110069820	28 210,1	141,6	28 068,5	970	021100088951	021110069820	230 792,3	1 164	229 628,3	3 942	021100085460	021110069820	529 407,8	4 730,2	524 677,6
Итого		676	021010100409	021110069820	159 328,9	754,6	158 572,3	4 943	021010099530	021110069820	1 165 970,7	5 631	1 160 439,7	23 676	021010084668	021110069820	5 627 169,4	25 935	5 501 234,4

Рис. 5

Выходящие из производства на хлопкоочистительных заводах кипы хлопкового волокна складываются на площадках готовой продукции в разрезе партий хлопко-сырца по селекционным сортам. Региональные лаборатории ГУП "Центр по оказанию услуг в агропромышленном комплексе" (УЦ "Сифат") ежедневно обеспечивают вывоз и испытания объемов хлопкового волокна, выработанных в течение суток. В течение трех суток после отбора образцов специалисты Центра предоставляют на объемы, находящиеся на площадках готовой продукции и имеющие сквозную нумерацию, данные 100% испытаний каждой кипы на системах СИТС (HVI). Данные по испытаниям кип хлопкового волокна передаются с сервера Центра в систему "Uzraxta-1C" ООО "Бухоро Агрокластер". Хлопкоочистительные заводы по получению данных испытаний на испытанные объемы хлопкового волокна обеспечивают отгрузку кип хлопкового волокна, хранящихся на площадках готовой продукции, на хлопковый терминал.

Хлопковый терминал выделяют на своей территории каждому хлопкоочистительному предприятию как необходимую площадь для одновременного комплектования и складирования продукции раздельно по ассортиментам (тип, промышленный сорт, класс).

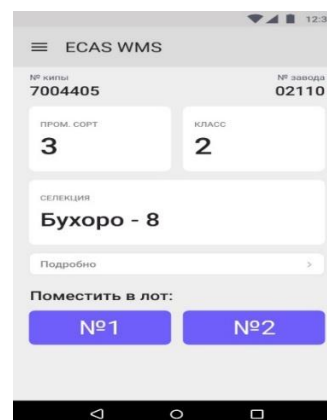


Рис. 6

Товароведы хлопкового терминала при поступлении испытанных объемов хлопкового волокна с использованием терминалов

сбора данных и специальных программных средств (ECAS WMS) обеспечивают рассортировку кип хлопкового волокна на однородные по типу, промышленному и селекционному сорту, классу объемы хлопкового волокна.

При сканировании товароведем готовой продукции бирки штрих-кода на экране терминала сбора данных отображаются данные по качеству хлопкового волокна. Программа ECAS WMS предлагает определить номер отгрузочной партии, в которую будет отнесена кипа (рис. 6).

Товаровед нажатием необходимой кнопки относит кипу к той или иной отгрузочной партии. Программное обеспечение автоматически информирует товароведа об окончании формирования отгрузочной пар-

тии (достижении лимита вагонной нормы 210...220 кип) и начале формирования новой отгрузочной партии.

Хлопковый терминал ежедневно предоставляет в ООО "Бухоро Агрокластер" информацию о принятом, отгруженном, хранящемся на терминале и инспектированном хлопковом волокне. Кроме того, информация о движении хлопкового волокна вводится в базу данных "Uzraxta-1C".

На основании полученной от хлопкового терминала информации ООО "Бухоро Агрокластер" выставляет на биржевые торги хлопковое волокно в разрезе хлопкоочистительных заводов и ассортимента. На основании имеющейся информации осуществляется также контрактация по заключенным договорам.



Рис. 7

Хлопковый терминал по окончании формирования отгрузочной партии передает номера кип в отгрузочной партии представителям Центра на хлопковом терминале. Региональная лаборатория Центра с применением информационной системы "Uzraxta-1C" оформляет на скомплектованную отгрузочную партию Акт покипного отвеса, Протокол 100% испытаний хлопкового волокна. Уполномоченный представитель в региональной лаборатории (специалист по сертификации) Центра на основании протокола испытаний оформляет сертификат соответствия с тремя его копиями-дубликатами на отгрузочную партию хлопкового волокна, регистрирует его в уста-

новленном порядке и скрепляет печатью (знаком обслуживания) региональной лаборатории.

На рис. 7 показано создание приложения к Сертификату соответствия в информационной системе "Uzraxta-1C".

При оформлении грузосопроводительных документов (счет-фактура, сертификат товаропроизводителя, сертификаты Центра с покипным отвесом, транспортная накладная, а при экспорте грузовая таможенная декларация, сертификат происхождения и фитосанитарный сертификат) указывается присвоенный идентификационный номер данной отгрузочной партии.



## ВЫВОДЫ

Внедрение системы штрихового кодирования при маркировке кип хлопкового волокна обеспечивает повышение производительности автоматизированных испытательных систем CSITC (HVI) и в целом способствует интеграции с мировым экономическим сообществом. Переход на системы учета и идентификации, принятые в мировой практике, способствует снятию барьеров для развития внешнеэкономической деятельности Республики Узбекистан. Новая система обеспечивает оперативный электронный обмен информационными данными между переработчиками, покупателями и потребителями, позволяет автоматизировать учет всей производимой продукции и упростить операции, связанные со складированием, сортированием и отгрузкой партий хлопкового волокна.

Внедрение системы формирования партий хлопкового волокна однородных по показателям качества позволяет оперативно формировать и отгружать текстильным предприятиям однородные объемы хлопкового волокна в соответствии с требуемыми характеристиками качества.

Немаловажен и тот факт, что переход на новую систему создает условия для обеспечения прослеживаемости каждой кипы хлопкового волокна, по индивидуальному сквозному номеру, начиная от хлопкового поля, вплоть до текстильного предприятия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляев Р.А., Усманов Х.С., Лугачев А.Е. Мировой хлопок: вчера, сегодня, завтра, December 2017, Publisher: Lap Lambert Academic Publishing ISBN: 978-620-2-06667-9, pp.5
2. Gulyaev R.A., Mardonov B.M., Lugachev A.E. Cotton fiber humidification at cotton ginneries // Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR). – Vol. 44, June 2019. P. 244...247.
3. Гуляев Р.А., Лугачев А.Е., Усманов Х.С. Современное состояние производства, переработки, потребления и качества хлопковой продукции в ведущих хлопкосеющих странах мира. – Ташкент. "Paxtasanoat Ilmiy markazi" AJ, 2017. С. 49...50.
4. Гуляев Р.А., Султонов А.А., Юнусов Р.Ф., Ракипов В.Г., Рафиков Д.Р. Разработка системы учета, сквозной нумерации и сепарирования кип хлопкового волокна на основании результатов испытаний на инструментальных системах оценки качества

// 53-я Междунар. научн.-техн. конф. преподавателей и студентов – Витебск, 22 апреля 2020 г.

5. Гуляев Р.А., Султонов А.А., Юнусов Р.Ф., Ракипов В.Г., Рафиков Д.Р. О системе учета, сквозной нумерации и сепарирования кип хлопкового волокна // 53-я Междунар. научн.-техн. конф. преподавателей и студентов. – Витебск, 22 апреля 2020 г.

6. Султонов А.А., Гуляев Р.А., Юнусов Р.Ф., Сабиров Н.М. Устройство учета и сквозной нумерации Патент на промышленный образец Республики Узбекистан SAP 01825 // Расмий ахборотнома. 29.03.2019, №3 Приоритет 20.04.2018

7. Султонов А.А., Гуляев Р.А., Юнусов Р.Ф. Автоматизированная информационная система "Uzpxaxta-1C" Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ Республики Узбекистан DGU 09844 // Расмий ахборотнома.- 19.12.2020, №3. Приоритет 10.11.2020.

## REFERENCES

1. Gulyaev R.A., Usmanov Kh.S., Lugachev A.E. Mirovoy khlopok: vchera, segodnya, zavtra, December 2017, Publisher: Lap Lambert Academic Publishing ISBN: 978-620-2-06667-9, pp.5
2. Gulyaev R.A., Mardonov B.M., Lugachev A.E. Cotton fiber humidification at cotton ginneries // Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR). – Vol. 44, June 2019. P. 244...247.
3. Gulyaev R.A., Lugachev A.E., Usmanov Kh.S. Sovremennoe sostoyanie proizvodstva, pererabotki, potrebleniya i kachestva khlopkovoy produktsii v vedushchikh khlopkoseyushchikh stranakh mira. – Tashkent. "Paxtasanoat Ilmiy markazi" AJ, 2017. S. 49...50.
4. Gulyaev R.A., Sulonov A.A., Yunusov R.F., Rakipov V.G., Rafikov D.R. Razrabotka sistemy ucheta, skvoznoy numeratsii i separirovaniya kip khlopkovogo volokna na osnovanii rezul'tatov ispytaniy na instrumental'nykh sistemakh otsenki kachestva // 53-ya Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf. prepodavateley i studentov – Vitebsk, 22 aprelya 2020 g.
5. Gulyaev R.A., Sulonov A.A., Yunusov R.F., Rakipov V.G., Rafikov D.R. O sisteme ucheta, skvoznoy numeratsii i separirovaniya kip khlopkovogo volokna // 53-ya Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf. prepodavateley i studentov. – Vitebsk, 22 aprelya 2020 g.
6. Sulonov A.A., Gulyaev R.A., Yunusov R.F., Sabirov N.M. Ustroystvo ucheta i skvoznoy numeratsii Patent na promyshlenny obrazets Respubliki Uzbekistan SAP 01825 // Rasmiy akhborotnoma. 29.03.2019, №3 Prioritet 20.04.2018
7. Sulonov A.A., Gulyaev R.A., Yunusov R.F. Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema "Uzpxaxta-1C" Svidetel'stvo ob ofitsial'noy registratsii programmy dlya EVM Respubliki Uzbekistan DGU 09844 // Rasmiy akhborotnoma.- 19.12.2020, №3. Prioritet 10.11.2020.

Рекомендована научным советом. Поступила 01.12.21.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА СВОЙСТВ  
ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**  
**RESEARCH AND EVALUATION OF COTTON FIBER PROPERTIES  
IN TECHNOLOGICAL PROCESSES**

*К. ЖУМАНИЯЗОВ, С.Т. ТОЖИМИРЗАЕВ, М.Р. МУМИНОВ*

*K. JUMANIYAZOV, S.T. TOJIMIRZAEV, M.R. MUMINOV*

*(АО "Paxtasanoat ilmiy markazi", Республика Узбекистан,  
Наманганский инженерно-технологический институт, Республика Узбекистан)*

*("Paxtasanoat Ilmiy Markazi" JSCO, Republic of Uzbekistan,  
Namangan Institute of Engineering and Technology, Republic of Uzbekistan)*

E-mail: Sanjar.tojimirzaev@gmail.com

*В статье обсуждаются свойства волокна, являющиеся факторами, определяющими качество и свойства пряжи. Хлопковое волокно, физические свойства которого варьируются в зависимости от региона выращивания, по-прежнему является очень распространенным волокном, используемым в текстильной промышленности. Такие свойства, как длина, тонина, равномерность и ворсистость, прочность и зрелость волокна, влияют на прочность пряжи. В данном исследовании в качестве сырья использовались четыре различных смеси хлопка селекционных сортов "Андажан-35", "Порлок-2", "С-6524", "Бухоро-6", из которых выпрядалась компактная пряжа линейной плотности 20 текс. Свойства волокна по параметрам AFIS являются определяющими факторами для каждого типа смеси, начиная от разрыхления, очистки до 2-го перехода ленточной машины, для этапов переработки пряжи и оборудования прядения.*

*Кроме того, проведенные испытания по USTER подтвердили, что неравномерность, прочность, пороки, ворсистость пряжи, произведенной из различных смесей хлопка, статистически различаются.*

*The article discusses the properties of the fiber, which are the factors that determine the quality and properties of the yarn. Cotton fiber - whose physical properties vary by region, is still a very prevalent fiber used in the textile industry. Properties such as length, fineness, uniformity and hairiness, fiber strength and maturity affect the strength of the yarn. In this scientific study, four different blends were used as raw materials - cotton (Selection varieties: "Andijan-35", "Porlok-2", "S-6524", "Bukhoro-6"), which were spun into compact Ne 30 separately. The AFIS fiber properties are decisive factors for each type of blend, from opening, cleaning and up to the 2nd pass of the draw frame, for the yarn processing and spinning equipment steps.*

*In addition, the tests carried out by USTER have confirmed the opinion that the parameters; unevenness, tenacity, yarn flaws, and hairiness of yarns made from different cotton blends are statistically different.*

**Ключевые слова:** селекционные сорта хлопка, свойства хлопкового волокна, свойства компактной пряжи, короткие волокна, индекс показателя прядения (SCI), прядильный процесс, несп, пороки.

**Keywords: selection cotton, cotton fiber properties, compact yarn properties, short fiber, spinning index (SCI), spinning process, neps, defects.**

### *Введение*

Несмотря на сокращение доли на мировом рынке волокна, хлопок по-прежнему остается одним из самых важных натуральных видов сырья, с его высокой потребностью и расходом. Исследователи и производители хлопка должны решать следующие основные проблемы, определяющие качество хлопкового волокна: зрелость, тонины (микронейр), засоренность, клейкость – ("медовая роса"), содержание коротких волокон (SFC), фрагменты семенной оболочки (SCNep) и содержание узелков Neps [1].

Бюллетень Uster Statistics за 2018 год подразумевает, что значение Neps является наиболее важным параметром качества хлопкового волокна, который дополнительно используется для определения эффективности качества джинирования, чесания и гребнечесания и даже для оценки качества ткани [2].

Измерительные инструменты HVI и AFIS обычно используются для оценки качества хлопкового волокна. Система HVI (High Volume Instrument) была разработана для измерения свойства волокна из пробы волокна в размере 10 г, в то время как прибор AFIS был создан для измерения одиночного волокна в количестве 1 г. Базовые измерения HVI включают длину волокна, однородность длины, прочность пучка, удлинение, микронейр, цвет и содержание сорных примесей, в то время как инструмент AFIS измеряет длину волокна, тонины, зрелость, содержание короткого волокна, содержание незрелого волокна, непс на грамм, процент пыли и сорных примесей [3...5].

Есть большая взаимосвязь между качеством сырья и конечным продуктом. Высокое качество хлопка обеспечивает высокое качество пряжи без соблюдения условий процесса. Хлопок подвергается многочисленным воздействиям (механическим, аэродинамическим и т.д.) в процессах переработки, начиная от сбора урожая до конечного продукта. Все эти процессы влияют на свойства волокон хлопка, а также на свойства пряжи [6].

В литературе зарубежных, российских и также узбекских ученых можно встретить много исследований, связанных с анализом свойств волокна по оценке относительного вклада каждого свойства волокна в общую характеристику пряжи [2], [5...7].

Отчет Международного комитета производителей текстиля и Международной федерации методов по тестированию хлопка (ITMF, ICSTM) предполагает, что узелки волокон (Neps), содержание коротких волокон (SFC), пыль и сорные примеси, зрелость и липкость являются важными параметрами волокна. Влияние Neps (узелки волокон) на качество волокна особо отмечено, как наиболее влияющее (отрицательное) свойство волокна [7].

Целью данного исследования является изучение влияния оборудования для переработки смеси волокон на свойства компактной пряжи, на ее равномерность (U%), прочность (Rkm), дефекты (IPI) и ворсистость (H).

Первая часть исследования включает анализ изменений значения AFIS на этапах переработки пряжи, а вторая часть состоит из статистической оценки волокна и свойств пряжи.

### *Материалы и методы*

Были изготовлены четыре различных смеси 100%-ного хлопка селекционных сортов в качестве сырья (№1 "Андижан-35", №2 "Порлок-2", №3 "С-6524", №4 "Бухоро-6"). Все образцы были испытаны в лабораторных условиях, относительная влажность  $65 \pm 4\%$  и температура  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  [8].

Производство пряжи осуществлялось с использованием производственной линии переработки кардной компактной пряжи на ООО "URG TEX". Хлопковые волокна сначала проходили этапы разрыхления и очистки на POA (разрыхлительно-очистительные агрегаты) с парком оборудования фирмы TRÜTZSCHLER (Германия): BOA, SP-MF, CL-P, MX-U, CL-U. После рыхления и очистки чесальная машина марки TC 15 использовалась для производства чесальной ленты. Известно, что после про-

цесса чесания остаются неравномерные волокна и волокна с “крючками” на концах. Для улучшения выравнивания волокон и равномерности чесальной ленты лента после сложения вытягивалась на ленточной машине (Trutzschler TD 9, Германия). Лента с первого перехода подавалась на 2-й переход ленточной машины TD 10, а затем ленту перерабатывали в ровницу на ровничной машине Zinser 5A (Германия) и наконец получали компактную пряжу на прядильной машине Zinser 72 Impact XL.

Т а б л и ц а 1

Название параметров	Параметры
Подача настила, г/м	500
Частота вращения приемного барабана, мин <sup>-1</sup>	1250
Частота вращения главного барабана, мин <sup>-1</sup>	520
Скорость шляпок, мм/мин	320
Скорость выпуска, м/мин	200
Количество шляпок в движении	99
Разводки между главным барабаном и шляпками (в пяти положениях от задней к передней части)	положение 1: 0,250 положение 2: 0,250 положение 3: 0,220 положение 4: 0,220 положение 5: 0,200

Все образцы хлопкового волокна были выпрядены в компактную пряжу линейной плотности 20 текс с одинаковым коэффициентом крутки при идентичных условиях прядения, как указано в табл. 1 (технологический процесс на чесальной машине) и табл. 2 (основные технологические параметры прядильного процесса).

$$SCI = -414,67 + 2,9Str - 9,32Mic + 49,17UHML + 4,74UI + 0,65Rd + 0,36(+b), \quad (1)$$

где SCI – коэффициент прядомости волокна; Str – прочность волокна; Mic – микро-нейр волокна; UHML – верхняя средняя длина в дюймах; UI – индекс однородности; Rd – уровень отражения света; (+b) – желтизна волокон хлопка.

Индекс коротких волокон (SFI) – еще один полезный показатель для прогнозиро-

$$Z = 384,3966 - 120,379X - 6,7003Y + 12,4901X \cdot 2 + 0,02957Y \cdot 2 + 1,0306XY, \quad (2)$$

Т а б л и ц а 2

Наименование	Параметры
	T=20 текс
Линейная плотность ленты, ктех	5,15
Сложение 1 переход TD 9	8
Сложение 2 переход TD 10	6
Линейная плотность ровницы, тех	740
Крутка ровницы, кр/м	44
Частота вращения веретен, мин <sup>-1</sup>	18000
Крутка пряжи, кр/м	780
Система вытяжного прибора Zinser 72 Impact XL	3*3 Compact
Вытяжка(прядение)	37,5

#### Измерение свойств волокна и пряжи

Каждая группа смеси образцов хлопка-волокна подверглась испытаниям на лабораторном оборудовании AFIS PRO [9] и HVI 1000 [10]. Изучались изменения свойств волокон по переходам на стадии переработки волокна (например, микро-нейр, индекс пригодности для прядения, значения SCI, прочность и т.д.). Свойства пряжи на разрыв оценивали на испытательной машине Uster Tenso-Jet 5 (Швейцария). Тесты на неравномерность и ворсистость проводились на Uster Tester 5 (Швейцария).

Индекс пригодности для прядения (SCI) – это очень важный параметр, получаемый на приборах HVI, который дает информацию о качестве и прядильной способности волокна [11]:

SCI определяется как уравнение регрессии:

вания качества пряжи. SFI оценивается с использованием значений измерения HVI для длины и индекса однородности, как показано в уравнении (2). Ранее SFI рассчитывали с помощью данных фиброграммы волокна с использованием механизмов первого порядка перекрытий 2,5% SL и 50% SL:

где  $Z$  – значение индекса коротких волокон (SFI);  $X$  – длина волокна по HVI;  $Y$  – индекс однородности.

Neps – одно из нежелательных свойств хлопкового волокна, возникающее в результате инородной материи и запутанных коротких и мертвых волокон в смеси хлопка. Присутствие непсов в смеси вызывает причины к возникновению коротких толстых мест в пряже, что в итоге приводит к неровному внешнему виду ткани [9].

Слабые места пряжи обычно наблюдаются в промежутке границ плохо параллелизованных, с низкой ориентацией волокон, возникающей из-за высокого количества непсов. Uster Technologies дает краткую классификацию содержания пороков

для средневолокнистого хлопкового волокна, определенного с помощью прибора AFIS, как показано в табл. 3 (классификация количества непсов согласно Uster Technologies).

Для изучения изменений в свойствах волокна по переходам образцы были отобраны после каждой линии машин подготовительного процесса прядения: Blendomat BOA, SP-MF, CL-P, MIX-U, SF-C, Direct Feed, конденсор 1, чесальная машина, 1-й переход ленточных машин, 2-й переход ленточных машин, ровничная машина. Затем образцы смеси хлопка и волокнистой ленты протестировали на приборе AFIS для оценки влияния машин на свойства волокон.

Таблица 3

Общее количество узелков (непсов), шт./г	Кожица семян с волокном, шт./г	Классификация содержания непсов в волокне
<100	<10	очень низкая
101...200	11...20	низкая
201...300	21...30	средняя
301...450	31...45	высокая
>451	>46	очень высокая

Образцы волокна были случайным образом отобраны из 15 различных кип каждой смеси, а средние результаты AFIS при-

ведены в табл. 4 (параметры качества смеси хлопкового волокна (данные AFIS)).

Таблица 4

Параметры	SCI индекс пригодности к прядению	Total Nep Cnt [Cnt/g] общее кол-во узелков	Fiber Nep Cnt [Cnt/g] волоконные узелки	SCNep Count [Cnt/g] узелки с кожицы семян	SFC (w) % 0.5in короткие волокна	5% L(n) [in] длина волокна	Fine ness [mtex] тонина	Maturit y Ratio зрелость	
	Uster Statistics-2018	5%	180	103	97	4,7	2,8	33/34	177
	25%	163	160	151	8,7	4,3	33/34	170	0,92
	50%	130	237	224	13	5,7	33/34	162	0,89
№1 (Андижан-35)		119	302	277	25	10,4	33,5	192	0,82
№2 (Порлок-2)		136	198	185	13	5,3	35,3	177	0,91
№3 (С-6524)		129	239	220	19	7,2	33,8	169	0,87
№4 (Бухоро-6)		131	232	212	20	6,8	34,6	165	0,89
Параметры	MIC	UQL (mm)	UI	ML (mm)	Str cN/tex	Rd	IFC [%]	UR (%)	
№1 (Андижан-35)	4.96	28.2	79,65	23,6	27,5	76,52	5,7	46,5	
№2 (Порлок-2)	4.48	31.2	83,11	25,2	30,26	80,1	4,8	50,0	
№3(С-6524)	4.75	28.8	80,21	24,3	28,54	78,85	4,9	47,6	
№4 (Бухоро-6)	4.66	29.1	81,42	24,8	29,95	79,46	6,0	48,8	

Из табл. 4 можно определить значения SFC, которые показывают соотношение волокна длиной 0,5 дюймов (12,7 мм). Максимальное значение у смеси №1, тогда как минимальное значение SFC получено для смеси №2. Также было отмечено, что базовые значения SFC(n) различаются от 4...12% для дженированного волокна. Короткие волокна нежелательны в процессе прядения и трудно удаляются в процессе чесания. Для их удаления потребуется умеренное чесание, что в итоге может привести к увеличению отходов и снижению выхода продукта, а также отрицательно отразится на качестве пряжи по неровноте и относительной прочности (Rkm).

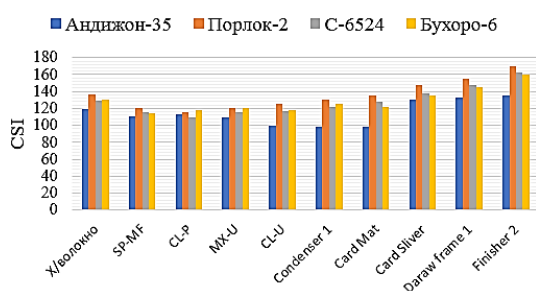


Рис. 1

На рис. 1 показаны значения SCI для хлопка по переходам для всех видов смеси. Значения показателя SCI колеблются в определенном интервале для каждой смеси хлопка и не отмечается резких изменений, вплоть до процесса кардочесания. Процесс кардочесания приводит к явному улучшению хлопковой смеси №2, уровень SCI смеси увеличивается со 133 до 150, а уровень смеси №4 со 128 до 143, тогда как две другие смеси не показывают такого увеличения. Улучшение показателя SCI стало возможным в результате интенсивного удаления коротких волокон из смеси хлопка. После процесса кардочесания остальное технологическое оборудование помогает улучшить общее значение SCI для каждой из четырех смесей. В конце технологической линии для ленты с ленточной машины 2-го прохода самое высокое значение SCI наблюдается в смеси №2, в следующих смесях №3, №4 и №1 значение SCI наблюдается в последовательном порядке.



Рис. 2

Обычно, когда линейная плотность волокна низкая, жесткость пряжи высокая, а неровнота низкая. Таким образом, небольшая величина микронейра приводит к улучшению качества пряжи (рис. 2 – влияние характеристики микронейра на прочность пряжи (P<sub>сН</sub>) и удельную разрывную нагрузку (Rkm), сН/текс).

Связь между значением микронейра и линейной плотностью волокна выражается следующей формулой:

$$T = \frac{\text{Mic}}{25,4} \cdot 1000, \quad (3)$$

где T – линейная плотность волокна, мтекс; Mic – микронейр волокна.

При разработке свойств пряжи и выборе типов хлопкового волокна важно учитывать значение микронейра. Хлопковое волокно с высоким индексом микронейра приводит к уменьшению количества волокон в поперечном сечении пряжи, что, в свою очередь, влияет на ухудшение показателей качества пряжи на последующих переходах. Количество волокон в поперечном сечении пряжи можно определить по следующей формуле, предложенной SITRA (Индия):

$$n = \frac{5315}{\text{Mic} \cdot 0,354 \cdot \text{Ne}} \text{ или } n = \frac{15000}{\text{Mic} \cdot \text{Ne}}, \quad (4)$$

где Mic – микронейр волокна; Ne – английский номер пряжи; 5315 – поправочный коэффициент между системой номеров.

Степень зрелости хлопкового волокна является важным показателем свойств, и его определение является очень трудоемким процессом. Эта работа может быть выполнена в основном в исследовательских

центрах или учреждениях. Поэтому применение индекса микропейра хлопкового волокна на основе альтернативных решений важно при планировании свойств пряжи. Чтобы определить микропейр, опыт займет всего лишь несколько секунд.

Величина микропейра волокон влияет на изменение количества волокон в поперечном сечении пряжи. Базовая величина микропейр варьируется в диапазоне от 3,2 до 5,9. Проведенные анализы показывают, что содержание числа волокон от 119 до 140, (в диапазоне Mic 3,6...4,2) в поперечном сечении пряжи с линейной плотностью от 18,5 до 20,0 текс дает улучшение физико-механических свойств пряжи, и обрывность в процессе прядения уменьшается, что повышает производительность технологического оборудования.

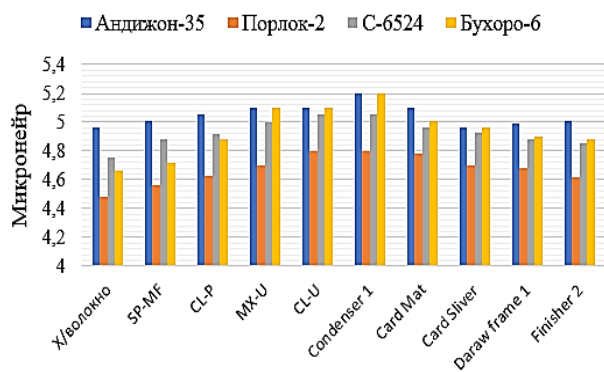


Рис. 3

На рис. 3 показаны значения микропейров всех хлопковых смесей, начиная с кипы. Микропейр – один из самых важных характеристик волокна, так как этот параметр напрямую влияет на прядильную способность и прочность пряжи, а также на свойства ткани, произведенной из этой пряжи [6], [10].

Процесс чесания приводит к явному улучшению хлопковой смеси № 2, которая имеет наименьшее значение микропейра среди всех четырех смесей хлопка. Уровень микропейров в смеси №1, №3 и №4 колеблется в относительно узком диапазоне по сравнению со смесью №2. Значение микропейра смеси №1 показывает наибольшее увеличение, как результат интенсивного удаления коротких волокон чесальной ма-

шиной. Самое высокое значение по микропейрам было получено в смесях №1 и №4.

Индекс однородности (UI) – это соотношение между средней длиной (ML) и верхней средней длиной волокон (UHML), выраженная в процентах. UI влияет на неровноту по Устер и прочность пряжи, а также на эффективность процесса прядения. Это также связано с содержанием коротких волокон (содержание коротких волокон меньше 1/2 дюйма – SFC). Хлопок с низким индексом однородности, вероятно, будет иметь высокий процент коротких волокон. Такой хлопок будет трудно переработать и есть вероятность производства некачественной пряжи [3...5].

На рис. 4 показаны значения UI для всех видов смесей хлопка, начиная от кип хлопка до ленты 2-го перехода включительно.

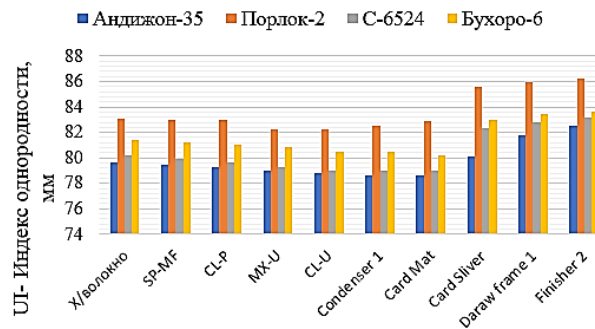


Рис. 4

Значения UI демонстрируют некоторые колебания до 1-го прохода ленточной машины, после чего наблюдается общая тенденция к увеличению значений UI. Процесс расчесывания приводит к явному улучшению хлопковой смеси №1, которая имеет самое низкое значение UI (мм) среди всех четырех смесей хлопка.

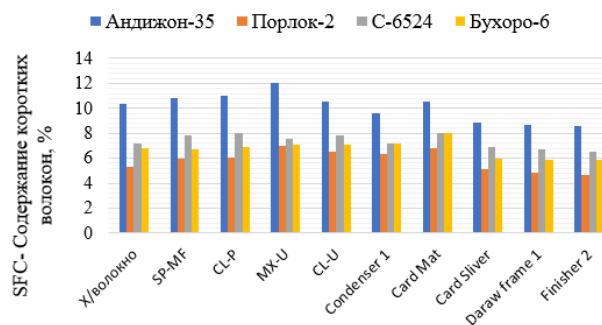


Рис. 5

Значения UI смесей №2, №3 и №4 колеблются в относительно узком интервале по сравнению со смесью №1. Но у смеси №2 видны очень большие преимущества.

На рис. 5 показаны значения содержания коротких волокон (SFC) для всех смесей хлопка волокна по переходам, начиная от кипы. Эти короткие волокна напрямую влияют на неровноту чесальной ленты [U%], а также на конечный продукт. При оптимальной скорости приемного барабана короткие волокна удаляются в шляпочные очесы, из-за этого U% чесальной ленты может улучшиться.

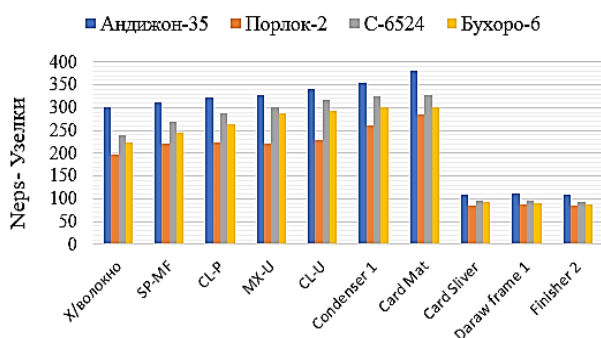


Рис. 6

Смесь хлопка-волокна №1 имеет самые высокие значения SFC по всем технологическим переходам. Процесс чесания вызывает явное улучшение значений SFC для смеси хлопка-волокна №2. В конце 2-го перехода ленточной машины наивысшее значение SFC было получено для смеси №1.

Предварительная переработка хлопка-волокна на линии разрыхления и очистки приводит к увеличению количества неспов, что может быть связано с внешними механическими факторами, связанными с рабочими органами машин, влияющих на волокно, а также с пневмотранспортом волокон между технологическими переходами [9]. В процессе разрыхления и очистки волокон увеличивается количество узелков, а волокна укорачиваются. Это можно объяснить тем, что в процессе разрыхления и очистки волокна подвергаются воздействию ударов колковых и игольчатых барабанов, что приводит к измельчению больших сорных примесей, а также зажгучиванию волокон в узелки и таким образом про-

являются пороки. Эти узелки могут создать основную проблему в готовой пряже, что повлияет на увеличение значения IPI [10]. Критерий IPI представляет собой общее количество дефектов пряжи, показатель общей суммы; толстых, тонких мест и узелков (непс) пряжи на длине 1000 метров. Показатели IPI для пряжи: толстые места (+50%) – толстые участки, тонкие места (-50%) – тонкие участки, узелки – Непс (+200%).

Согласно рис. 6 минимальное содержание неспов принадлежит смеси №2, тогда как максимальное количество неспов показано у смеси №1. Тем не менее, на 2-м переходе ленточных машин наибольшее количество неспов было получено в смеси №2 и далее в смесях №3, №4 и №1, в последовательном порядке.

Можно сказать, что механическое воздействие каждой машины влияет на количество неспов в смеси.

## ВЫВОДЫ

Хлопковое волокно для Республики Узбекистан считается стратегическим ценным товаром и не экспортируется. Выращенное хлопковое волокно за последние 10 лет имеет завышенный индекс микронейр – от 4.6 до 5.0, что затрудняет переход к росту качества в прядильном производстве. Этот феномен наблюдается во всем мире и требует выведения новых селекционных сортов хлопчатника. Новые сорта хлопкового волокна "Порлок-1", "Порлок-2" в эти дни могут соответствовать требуемым критериям для хлопкопрядения. На сегодняшний день "Порлок" является единственным сортом сельскохозяйственных растений, созданным с применением генной инженерии обладающим уникальными качественными свойствами, дающим более тонкие показатели волокон (низкий микронейр, Mic) и более длинные волокна с повышенной прочностью.

Для планирования качественных характеристик пряжи необходимо учитывать два фактора, непосредственно влияющие на качество пряжи: свойства волокна и их изменение по переходам, а также заправочные параметры технологического оборудова-



ния. Взаимосвязь между этими факторами играет большую роль в процессе производства при выпуске качественной продукции.

Использование новой технологии в процессе прядильного производства еще не означает, что в итоге мы получим качественный продукт. В переходный период, когда используется морально устаревшее технологическое оборудование и вводится новое, более совершенное оборудование, необходимо учитывать оптимизацию параметров рабочих органов машин для новых сортов хлопка-волокна селекции "Порлок-1" и "Порлок-2".

Результаты проведенных нами исследований показывают влияние свойств различных смесей хлопка на свойства пряжи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Tojimirzayev S.T., Khudayberdiyeva D.B., Parpiyev H. and Erkinov Z. Influence of short fibers on the quality characteristics of the product, yield of yarn and waste of cotton fiber // International Journal of Innovation and Scientific Research. – Vol. 6, №1, Aug. 2014. P. 44...49. ISSN 2351-8014. <http://www.ijisr.issr-journals.org/>

2. Faulkner W.B., Hequet E.F., Wanjura J., Boman R. Relationships of cotton fiber properties to ring-spun yarn quality on selected High Plains cottons // Textile Research Journal. – 82(4), 2012. P.400...414.

3. Jumaniyazov K., Egamberdiev F.O., Abbazov I.Z. Temirova G.U. The Effect of Crop Type on Cotton Quality Indicators// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 7, Is. 5, May 2020 13510-13518 <http://www.ijarset.com/upload/2020/may/03-Fazliddin-04-modified.pdf>

4. USTER® News BULLETIN magazine, 2014, No. 50, 41

5. Gizem Karakan Günaydin, Ali Serkan Soydan, Sema Palamutçu. Evaluation of Cotton Fibre Properties in Compact Yarn Spinning Processes and Investigation of Fibre and Yarn Properties, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. – 2018; 26, 3(129): 23-34. DOI: 10.5604/01.3001.0011.7299

6. Kumar A., Ishtiaque S.M., Mukhopadhaya A. Impact of carding parameters and draw frame speed on migration characteristics of ring spun yarns // *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. – 6(2010) 1-8.

7. Gordon S. Cotton fibre quality. In Gordon S, Hsieh YL, editors. *Cotton // Science and technology*. – Cambridge: Woodhead Publishing Limited. – 2007. P.68...100

8. ASTM D1776:2004. Standard practice for conditioning textiles for testing

9. Парпиев Х. и др. Влияние микронейра хлопкового волокна на качество пряжи // *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX)*. – 2017, №1. С. 358...362. <https://smartex2.ivgpu.com/wp-content/uploads/2019/08/358-362.pdf>

10. Tojimirzayev Sanjar Turdialiyevich; Parpiyev Khabibulla. The Influence Of Top Flat Speed Of Carding Mashine On The Sliver And Yarn Quality // *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. – 7, 7, 2020, 789-797. [https://ejmcm.com/article\\_3287.html](https://ejmcm.com/article_3287.html)

11. Тожимирзаев С.Т., Парпиев Д.Х., Омонов М. Исследование изменений свойств волокон по переходам в процессе прядения // *Универсум: технические науки*. – 2020, № 6(75\_2) 25 июня, 2020. С50...55. / ISSN: 2311-5122

12. Instruments: Uster Technologies. [Online].; 2011 [cited 2017 6 7. Available from: <https://www.uster.com/en/instruments/fiber-testing/uster-afis-pro/>

13. Худайбердиева Д.Б. и др. Комплексная оценка физико-механических свойств хлопкошелековых смесевых пряж из новых сортов хлопкового волокна // *Изв. вузов, Технология текстильной промышленности*. – 2021, №3. С 85...90.

#### REFERENCES

1. Tojimirzayev S.T., Khudayberdiyeva D.B., Parpiyev H. and Erkinov Z. Influence of short fibers on the quality characteristics of the product, yield of yarn and waste of cotton fiber // International Journal of Innovation and Scientific Research. – Vol. 6, №1, Aug. 2014. P. 44...49. ISSN 2351-8014. <http://www.ijisr.issr-journals.org/>

2. Faulkner W.B., Hequet E.F., Wanjura J., Boman R. Relationships of cotton fiber properties to ring-spun yarn quality on selected High Plains cottons // *Textile Research Journal*. – 82(4), 2012. P.400...414.

3. Jumaniyazov K., Egamberdiev F.O., Abbazov I.Z. Temirova G.U. The Effect of Crop Type on Cotton Quality Indicators// *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – Vol. 7, Is. 5, May 2020 13510-13518 <http://www.ijarset.com/upload/2020/may/03-Fazliddin-04-modified.pdf>

4. USTER® News BULLETIN magazine, 2014, No. 50, 41

5. Gizem Karakan Günaydin, Ali Serkan Soydan, Sema Palamutçu. Evaluation of Cotton Fibre Properties in Compact Yarn Spinning Processes and Investigation of Fibre and Yarn Properties, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. – 2018; 26, 3(129): 23-34. DOI: 10.5604/01.3001.0011.7299

6. Kumar A., Ishtiaque S.M., Mukhopadhaya A. Impact of carding parameters and draw frame speed on migration characteristics of ring spun yarns // *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. – 6(2010) 1-8.

7. Gordon S. Cotton fibre quality. In Gordon S, Hsieh YL, editors. *Cotton // Science and technology*. –

Cambridge: Woodhead Publishing Limited. – 2007. P.68...100

8. ASTM D1776:2004. Standard practice for conditioning textiles for testing

9. Parpiev Kh. i dr. Vliyaniye mikroneyra khlopkovogo volokna na kachestvo pryazhi // Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX). – 2017, №1. S.358...362. <https://smartex2.ivgpu.com/wp-content/uploads/2019/08/358-362.pdf>

10. Tojimirzaev Sanjar Turdialiyevich; Parpiev Khabibulla. The Influence Of Top Flat Speed Of Carding Mashine On The Sliver And Yarn Quality // European Journal of Molecular & Clinical Medicine. – 7, 7, 2020, 789-797. [https://ejmcm.com/article\\_3287.html](https://ejmcm.com/article_3287.html)

11. Tozhimirzaev S.T., Parpiev D.Kh., Omonov M. Issledovanie izmeneniy svoystv volokon po perekho-

dam v protsesse pryadeniya // Universum: tekhnicheskie nauki. – 2020, № 6(75\_2) 25 iyunya, 2020. S50...55. / ISSN: 2311-5122

12. Instruments: Uster Technologies. [Online].; 2011 [cited 2017 6 7. Available from: <https://www.uster.com/en/instruments/fiber-testing/uster-afis-pro/>

13. Khudayberdieva D.B. i dr. Kompleksnaya otsenka fiziko-mekhanicheskikh svoystv khlopkoshelkovykh smesovykh pryazh iz novykh sortov khlopkovogo volokna // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, №3. S 85...90.

Рекомендована кафедрой технологии изделий текстильной промышленности НИТИ. Поступила 14.12.21.

УДК 677.21.051

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_170

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ, ПЛОТНОСТИ И ДАВЛЕНИЯ ПРИ СТАЦИОНАРНОМ ДВИЖЕНИИ ХЛОПКА-СЫРЦА В ЗОНЕ ОЧИСТКИ ОЧИСТИТЕЛЯ ХЛОПКА

## STUDYING THE LAW OF DISTRIBUTION OF SPEED, DENSITY AND PRESSURE DURING STATIONARY MOTION OF RAW COTTON IN THE PURIFICATION AREA OF COTTON CLEANER

*P. ROSULOV*

*R. ROSULOV*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Kazakhstan)

E-mail: rasulov.ruzimurad@mail.ru

*В статье теоретически исследуются изменения давления, плотности и скорости хлопка-сырца после его прохождения через каждый колосник, когда поток хлопка-сырца подвергается воздействию системы колосников. Определено распределение расхода хлопка в зоне очистки при различных значениях производительности, распределения плотности потока хлопка при различных значениях производительности в зоне очистки, а также распределение давления в хлопковом потоке в зоне очистки при различных значениях. Определены параметры давления между первым и вторым колосниками, а также скорость потока между колосниками. Найдены максимальные значения давления при использовании при различных значениях коэффициента и относительной погрешности.*

*The article theoretically investigates the changes in pressure, density and speed of raw cotton after it passes through each grate, when the flow of raw cotton is exposed to the system of grates. The distribution of cotton consumption in the cleaning zone at different values of productivity, distribution of cotton flow density at different values of productivity in the cleaning zone, as well as the distribution of pressure in the cotton flow in the cleaning zone at different values has been determined. The parameters of the pressure between the first and second grades, as well as the flow rate between the grates are determined. The maximum values of pressure are found when used at various values of the coefficient and relative error.*

**Ключевые слова:** летучка, колосниковая решетка, давление, плотность, скорость, распределение плотности потока хлопка, производительность.

**Keywords:** fly, grate, pressure, density, speed, cotton flow density distribution, productivity.

#### *Введение*

К настоящему времени имеются различные способы и устройства для удаления сорных примесей из хлопка-сырца.

Анализ конструкций отечественных и зарубежных очистителей хлопка-сырца [1] показал, что основными рабочими органами очистителей являются барабаны с установленной на них пильчатой гарнитурой. Очистка осуществляется путем захвата летучек хлопка-сырца зубьями пил рабочих органов и протаскиванием их по поверхности колосниковой решетки.

В работе [2] на основе теоретических и экспериментальных исследований были обоснованы основные рабочие параметры очистителей, в дальнейшем эти параметры были использованы при конструировании новых очистительных машин.

В работе [3] приведено описание основных типов машин первичной обработки хлопка-сырца, в частности, очистителей от крупного сора, подробно дана методика инженерных расчетов рабочих элементов.

В работе [4] доказано, что для отбора крупного сора под пильчатыми барабанами применялись различные устройства (лопастные барабаны, притирочные щетки и т.д.), которые являлись неэффективными.

В работе [5] обосновываются параметры основных рабочих органов очистителя, а именно: диаметр и окружная скорость пильчатого барабана; угол наклона колосников и их количество; зазор между колосниками и барабаном; профиль зуба. В этой

же работе с использованием уравнений Кеннига и Лагранжа второго рода была выведена формула для определения возникающих ударных импульсов при ударе летучек о колосники с учетом отклонения летучки, захваченной зубом пилы между двумя соседними колосниками. Диаметр пильчатого барабана выбирается исходя из того, что сила удара летучек о колосники при различных диаметрах пильчатого барабана получается различной. С учетом сил сцепления летучек на зубьях пил и значением сил удара, окружную скорость барабана рекомендуется брать равной 7 м/с, а колосники устанавливать рабочей гранью 12 мм под углом 145...150° к радиусу пильчатого барабана.

Авторами [6] изучены вопросы параметров удара при взаимодействии летучки с поверхностью колосника.

В работах [7], [8] изучено взаимодействие летучек и долек хлопка - сырца с пильчатой гарнитурой барабана и притирочной щеткой в модуле очистки, а также предложены разработки для повышения их эффективности в эксплуатации.

Ударный процесс взаимодействия летучки хлопка-сырца с колосниками в рабочей зоне модуля очистки рассмотрен в работе [9], где экспериментальным путем исследованы и получены параметры удара при взаимодействии летучки с поверхностью колосника. Эта работа позволила подойти к разработке новых, эффективных, профилей колосниковых решеток.

Из анализа исследований, проведенных в США [10], видно, что зарубежные исследователи изучали вопросы совершенствования конструкций очистителей, их рабочих органов, скорости вращения рабочих органов и так далее.

Автором в своих исследованиях определено влияние жесткости крепления колков очистителя хлопка-сырца на очистительный эффект [11].

Значительные теоретические и экспериментальные исследования процессов взаимодействия частицы хлопка с различными профилями колосников проведены в работе Муродова О. [12].

Автором установлено [13...15], что применение колковых барабанов на упругом основании в очистителях хлопка-сырца увеличивает очистительный эффект очистителя.

#### Методы

В статье теоретически исследуются изменения давления, плотности и скорости хлопка-сырца после его прохождения через каждый колосник, когда поток хлопка-сырца подвергается воздействию системы колосников. Для моделирования этого процесса принимались следующие допущения.

1. Движение среды и потока массы хлопка-сырца стационарны, и в этом случае производительность потока постоянна в зоне, где расположены колосники, и примеси, выделяемые из потока, не влияют на производительность.

2. Движение потока между колосниками предполагается одномерным.

3. Радиус колосников увеличивается по дуге, в которой они расположены, при сохранении расстояния между ними.

4. Произвольный колосник находится в контакте с хлопковым потоком (окружающей средой), и погружение столбца хлопка в окружающую среду определяется согласно закону Герца или экспериментально. Обозначим скорость, давление и плотность (параметры) потока между каждым колосником через  $v_i$ ,  $p_i$  и  $S_i$  поверхность колосника соответственно. ( $i = 1..n$ )  $n$  – количество колосников.

Определяем параметры давления между первым и вторым колосниками.

Пусть исходные параметры текущие (кроме зоны колосника), и пусть  $\rho_0, V_0, h_0$  и  $S$ , а также толщина потока  $h$  будут параметрами до взаимодействия с первыми колосниками, тогда производительность потока равна  $Q_0 = \rho_0 v_0 h_0 L$ , где  $L$  – длина барабана.

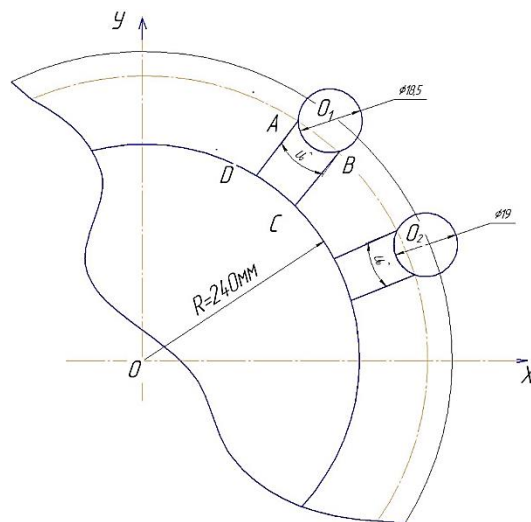


Рис. 1

Зона взаимодействия с первыми колосниками, в которой мы определяем параметры потока, равна ABCD. Начало координат поместим в точку О (рис. 1 – схема взаимодействия хлопка-сырца с первым колосником).

Произвольная поверхность АВ определяется по следующей формуле:

$$S = (h_0 - u_0 + \frac{x^2}{2R_0})L \quad -x_0 < x < x_0, \quad (1)$$

где  $h_0$  – начальная толщина хлопка-сырца;  $x_0 = \sqrt{2u_0R_0}$ ,  $u_0$  – максимальное погружение колосника в поток, величина определяется экспериментально по закону Герца [16];  $R_0$  – радиус колосника. Построим уравнение при условии стационарного движения отделенного элемента АВ:

$$-[Sp + d(Sp)] + Sp - qLdx = \rho v Sdv, \quad (2)$$

где  $q = fp$  – боковое давление;  $\rho$  – плотность хлопка;  $p$  – давление хлопка;  $v$  – скорость.

Учитывая уравнение  $S = b(x)L$  и  $qdx$  в уравнение (2), получаем следующее уравнение:

$$\rho v b \frac{dv}{dx} = -\frac{d(pb)}{dx} - kfp, \quad (3)$$

где  $b = (h_0 - u_0 + \frac{x^2}{2R_0})$ ,  $f = f_1 + f_2$ ,  $f_1, f_2$  – коэффициенты трения соответственно между хлопком и барабаном и колосниками.

Уравнение (3) содержит неизвестные  $\rho, v, p$ , мы воспользуемся двумя условиями.

Первое – это стационарное состояние потока хлопка.

$$\rho v b = \rho_0 v_0 b_0 = Q_0 / L, \quad (4)$$

где  $Q$  – производительность машин;  $V_0$  – начальная скорость летучки.

Второе условие – уравнение состояния среды должно быть подходящим.

Для этого берем соотношение между давлением и плотностью. Согласно работам [1], [2] при малых значениях давления ( $p \leq 10^5$  Па) уместна линейная связь между ними:

$$\rho = \rho_0 [1 + B(p - p_0)], \quad (5)$$

где  $p_0$  – начальное давление хлопка-сырца;  $B$  – опытный коэффициент.

Используя связи (4) и (5), определяем выражение для давления по скорости:

$$p = p_0 + \frac{1}{B} \left( \frac{v_0 h_0}{vb} - 1 \right), \quad (6)$$

$$\left(1 - \frac{c^2}{v^2}\right) \frac{dv}{dx} = -\frac{c^2}{v_0 b_0 a} \left[ b' + fk(p_0 B - 1) \right] - \frac{c^2 fk}{vb}.$$

Если мы подставим выражение  $b' = x/R_0$  в это уравнение, получим:

$$\frac{dv}{dx} = -\frac{c^2}{v_0 b_0 a} \left[ \frac{x}{R_0} + fk(p_0 B - 1) \right] - \frac{c^2 fk}{vba}, \quad (7)$$

где  $a = 1 - c^2/v^2$ ,  $c = \sqrt{K/\rho_0}$ ,  $K = 1/B$  – модуль сжатия окружающего объема;  $k$  –

коэффициент давления;  $s$  – коэффициент жесткости;  $a$  – высота слоя хлопка.

Уравнение (7) определяет скорость потока между колосниками.

Уравнение интегрируется в следующем начальном условии:  $x = -x_0$  при  $v = v_0 = Q_0 / \rho_0 h_0 L$ . Поскольку уравнение является нелинейным, его можно решить численным способом, а в некоторых случаях уравнение можно привести к линейному виду. Решаем уравнение (6) относительно скорости:

$$v = \delta_1 = \frac{v_0}{1 + B(p - p_0)}. \quad (8)$$

Если в зоне очистки будет  $\rho / \rho_0 < 1$ , тогда должно быть подходящим  $\Delta p < 0$ . Предполагая, что разница, в малых значениях принимая  $B \ll 1$  и значение  $\Delta p = p_0 - p$ , тогда  $B \Delta p \ll 1$  расширяем выражение (8):

$$v = \delta_2 = v_0 [1 - B(p - p_0)]. \quad (9)$$

Когда мы меняем выражение (8) на (9), мы оцениваем относительную ошибку  $\Delta p = p - p_0$  в процентах при различных значениях коэффициента  $B$ . Определяем соотношение их разности:

$$\delta = \frac{100(\delta_1 - \delta_2)}{\delta_1} = 100B^2 \Delta p^2, \quad (10)$$

где  $\delta$  – относительная погрешность.

В табл. 1 приведены максимальные значения  $\Delta p = p_0 - p$  для каждой ошибки при различных значениях  $\Delta p_m$  данного коэффициента давления  $B$ . При решении задачи (9), если выдается ошибка  $\delta(\%)$ , то в процессе расчета должно выполняться условие для давления  $\Delta p \leq \Delta p_m$ . Например, если известно сырье, погрешность использования формулы (9) не должна превышать 3%, расчетное давление  $\Delta p = p_0 - p$  не должно превышать 115,5 Па, давление не должно превышать 210,8 Па, чтобы не было превышения ошибки.

	B = 0,0005Па <sup>-1</sup>					B = 0,001Па <sup>-1</sup>				
δ(%)	1	3	5	8	10	1	3	5	8	10
Δp <sub>m</sub> (Па)	200	346,2	447,2	565,7	632,4	100	173,2	223,6	282,8	316,2
	B = 0,0005Па <sup>-1</sup>					B = 0,002Па <sup>-1</sup>				
δ(%)	1	3	5	8	10	1	3	5	8	10
Δp <sub>m</sub> (Па)	67,7	115,5	149,1	188,6	210,8	50	86,6	111,8	141,4	158,1

Используя (9), приведем выражение к линейному уравнению:

$$(M^2 h_0 - b) \frac{dv}{dx} = -(b' + fk)[(p_0 B + 1)v_0 - v]. \quad (11)$$

Если подставить в уравнение (11), то переменные уравнения разделяются:

$$\frac{dv}{[(p_0 B + 1)v_0 - v]} = \frac{2(x + R_0 fk)}{a^2 + x^2} dx,$$

если

$$-x_0 < x < x_0. \quad (12)$$

Здесь  $a = \sqrt{2R_0[h_0(1 - M^2) - u_0]}$ ,  $M = v_0 / c$ ,  $c = \sqrt{I / B\rho_0}$  – скорость распространения волны в среде. Поскольку хлопок является деформируемой связующей средой, одним из индикаторов такой среды являются распространяющиеся в ней колебания, имеющие одинаковую частоту (длину волны)  $\omega = c / \ell$ . Если  $B = 0,001 \text{Па}^{-1}$ ,  $\rho_0 = 40 \text{кг} / \text{м}^3$ , тогда  $c = 5 \text{м} / \text{с}$ . При производительности машины  $Q = 5000 \text{кг} / \text{ч}$ ,  $Q = 7000 \text{кг} / \text{ч}$ ,  $Q = 9000 \text{кг} / \text{ч}$  и при значениях  $h_0 = 0,014 \text{м}$ ,  $L = 1,9 \text{м}$ ,

$\rho_0 = 40$ , при падении хлопка-сырца в зоне очистки скорость  $v_0 = Q / \rho_0 h_0 L$  соответственно равен  $131 \text{м} / \text{с}$ ,  $1,83 \text{м} / \text{с}$ ,  $2,35 \text{м} / \text{с}$ ,  $2,87 \text{м} / \text{с}$ , тогда равенство  $M < 1$  является разумным. В этом случае уравнение (10) подходит для случаев, когда сырье контактирует с поверхностью колонн в зоне очистки.

Чтобы проанализировать процесс в целом, предположим, что условие увеличения радиусов и расстояния между колосниками одинаково, если центр колосников находится на одинаковом расстоянии от центра барабана. Заменяем в уравнении переменную  $x$  на дугу, начинающуюся из точки А. По мере изменения радиуса колосников по дуге изменяется и расстояние между ними и барабаном, поэтому значения погружения колосников в хлопок-сырец также увеличиваются. Используя эти условия (10), запишем уравнение (12) для каждой зоны, определив скорость, давление и плотность  $v_{2i-1}$ ,  $p_{2i-1}$ ,  $\rho_{2i-1}$  хлопка-сырца в зонах с колосниками  $v_{2i}$ ,  $p_{2i}$ ,  $\rho_{2i}$  в зонах за ее пределами ( $i = 1 \dots n$ .  $n$  – количество колосников).

$$\frac{dv_1}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_1]} = \frac{2[s - x_0 + R_0 fk]}{a_1^2 + (s - x_0)^2} ds, \text{ если } 0 < s < 2x_0,$$

$$\frac{dv_2}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_2]} = \frac{R_0 fk}{1 - M^2} ds, \text{ если } 2x_0 < s < s_1,$$

$$\frac{dv_3}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_3]} = \frac{2[s - s_1 - x_1 + R_0 fk]}{a_3^2 + (s - s_1 - x_1)^2} ds, \text{ если } s_1 < s < s_1 + 2x_1,$$

$$\frac{dv_4}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_4]} = \frac{R_0 fk}{1 - M^2} ds, \text{ если } s_1 + 2x_1 < s < s_2,$$

$$\frac{dv_5}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_5]} = \frac{2[s - s_2 - x_2 + R_0 fk]}{a_5^2 + (s - s_2 - x_2)^2} ds, \text{ если } s_2 < s < s_2 + 2x_2,$$

$$\frac{dv_6}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_6]} = \frac{R_0 f k}{1 - M^2} ds, \text{ если } s_2 + 2x_2 < s < s_3,$$

$$\frac{dv_{2i-1}}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_{2i-1}]} = \frac{2[s - s_{i-1} - x_{i-1} + R_0 f k]}{a_{2i-1}^2 + (s - s_{i-1} - x_{i-1})^2} ds, \text{ если } s_{i-1} < s < s_{i-1} + 2x_{i-1},$$

$$\frac{dv_{2i}}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_{2i}]} = \frac{R_0 f k}{1 - M^2} ds, \text{ если } s_{i-1} + 2x_{i-1} < s < s_i,$$

$$\frac{dv_{2n-1}}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_{2n-1}]} = \frac{2[s - s_{n-1} - x_{n-1} + R_0 f k]}{a_{2n-1}^2 + (s - s_{n-1} - x_{n-1})^2} ds, \text{ если } s_{n-1} < s < s_{n-1} + 2x_{n-1},$$

$$\frac{dv_{2n}}{[(p_0 B + 1)v_0 - v_{2n}]} = \frac{R_0 f k}{1 - M^2} ds, \text{ если } s_{n-1} + 2x_{n-1} < s < s_n,$$

где  $s_i = s_{i-1} + 2x_{i-1}$  ( $s_0 = 0$ ),  $x_i = \sqrt{2R_i u_i}$ ,  
 $a_{2j-1} = \sqrt{2R_{j-1}[h_0(1 - M^2) - u_{j-1}]}$ .  $s$  – относительное удлинение.

Приведенные выше уравнения интегрируются на основе начального условия и условий непрерывности скоростей. Расчетный процесс требует выполнения неравенства  $M < 1$ . Расчеты проводились для случая, когда в зоне очистки находилось четыре колонны при четырех значениях производительности труда, и при следующих значениях:  $B = 0,001 \text{ Па}^{-1}$ ,  $p_0 = 80 \text{ Па}$ ,  $h_0 = 0,014 \text{ м}$ ,  $L = 1,9 \text{ м}$ ,  $\rho_0 = 40$ ,  $2R_0 = 0,0185 \text{ м}$ ,

$2R_1 = 0,019 \text{ м}$ ,  $2R_2 = 0,0195 \text{ м}$ ,  $2R_3 = 0,02 \text{ м}$ . Погрешность использования уравнения (9) находится в диапазоне  $5\% < \delta < 8\%$ . На рис. 2...4 показаны графики распределения расхода хлопка в зоне очистки при различных значениях скорости (рис. 2), плотности (рис. 3) и давления  $\Delta p$  (рис. 4): 1 –  $Q = 5000 \text{ кг/ч}$ , 2 –  $Q = 7000 \text{ кг/ч}$ , 3 –  $Q = 5000 \text{ кг/ч}$ ; а) –  $u_0 = 0,002 \text{ м}$ ,  $u_1 = 0,0022 \text{ м}$ ,  $u_2 = 0,0024 \text{ м}$ ,  $u_3 = 0,0026 \text{ м}$ ; б) –  $u_0 = 0,001 \text{ м}$ ,  $u_1 = 0,0012 \text{ м}$ ,  $u_2 = 0,0014 \text{ м}$ ,  $u_3 = 0,0016 \text{ м}$ ; на рис. 4: 1 –  $Q = 5000 \text{ кг/ч}$ , 2 –  $Q = 7000 \text{ кг/ч}$ , 3 –  $Q = 9000 \text{ кг/ч}$ , 4 –  $Q = 11000 \text{ кг/ч}$ .

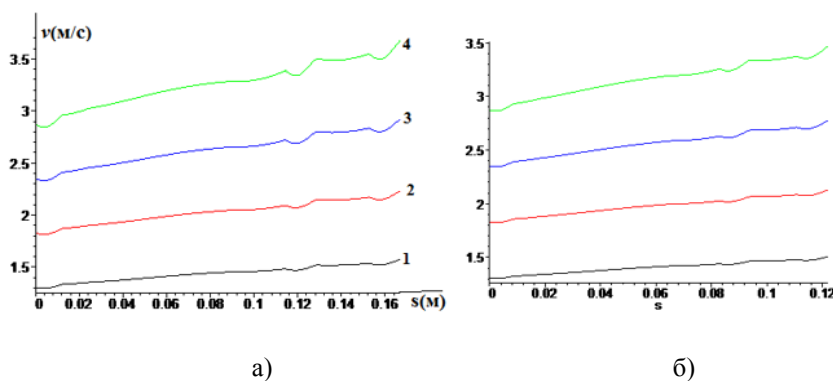


Рис. 2

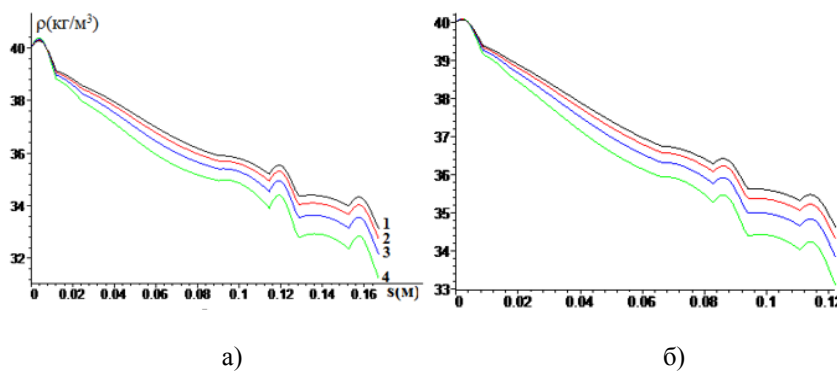


Рис. 3

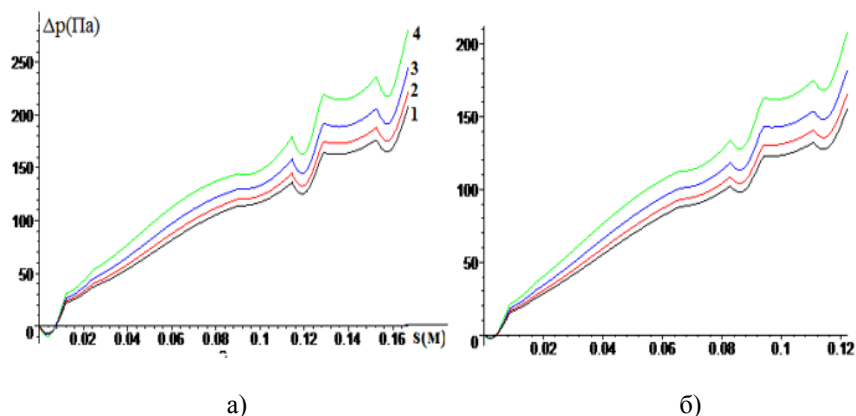


Рис. 4

## ВЫВОДЫ

1. Определены изменения давления, плотности и скорости хлопка-сырца после его прохождения через каждый колосник, когда поток хлопка-сырца подвергается воздействию системы колосников, распределения расхода хлопка в зоне очистки при различных значениях производительности, распределения плотности потока хлопка при различных значениях производительности  $Q$  в зоне очистки, а также распределения давления  $\Delta p$  в хлопковом потоке в зоне очистки при различных значениях  $Q$ .

2. Определены параметры давления между первым и вторым колосниками, а также скорость потока между колосниками.

3. Найденны максимальные значения давления  $\Delta p_m$  (Па) при использовании при различных значениях коэффициента  $B$  и относительной погрешности  $\delta$  (%).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Газиева С.А., Курбанов Б.Д., Нуров М.Э., Иброгимов Х.И., Рудовский П.Н. Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С.131...135.

2. Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Шутова А.Г. Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С.143...147.

3. Korabel'nikov R.V., Korabel'nikov A.R. One problem of removing coarse trash from fibrous material / R. V. Korabel'nikov, A. R. Korabel'nikov // Izvestiya

Vysshihkh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2000, №3. P. 29...33.

4. Djuraev A., Narmatov E.A., Murodov O.J., Yormamatov T. and Olimjonov B.Kh. Analysis of the vibrations of a console column made on a base with non-line protection in gin // PAPER • OPEN ACCESS Analysis of the vibrations of a console column made on a base with nonline protection in gin. To cite this article: A Djuraev et al 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1889 042017.

5. Murodov O. Development of an effective design and justification of the parameters of the separation and cleaning section of raw cotton. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1889(4), 042012

6. Rosulov R.Rh., Saphoyev A.A. To the Problem of Clearing of Hard-grades Raw Cotton. Journal Textile Science & Engineering.– V. 5, Is. 2, 2015. ISSN: 2165-8064.

7. Таштулатов Д.С., Мурадов О.Ж., Джуроев А.Ж., Гафуров Ю.К., Василиадис С. Разработка конструкции и методы расчета параметров пластиковых ромбовидных стержней на упругих опорах в очистных машинах // Серия конференций ИОР: Материаловедение и инженерия Открытый доступ Том 459, Выпуск 12018 Номер статьи 012068 Эгейская Международная конференция по текстилю и передовой инженерии, АПАЕ 2018, Лесбос, 5 сентября 2018 г. - 7 сентября 2018 г., 143522

8. Djuraev A., Kuliev, T.M. Improvement of the construction and justification of parameters of the fibrous material regenerator // International Journal of Advanced Science and Technology. – 29(8 Special Issue). P. 453...460

9. Djuraev A., Kuliev T.M. Designing and methods of calculating parameters of a fibrous material cleaner from large litter // International Journal of Advanced Science and Technology. – 29(8 Special Issue). P.444...452.

10. Code of Federal Regulations (CFR). 2010. Method 201A—Determination of PM10 and PM2.5 emissions from stationary sources (Constant sampling rate procedure). 40 CFR 51, Appendix M. Available at <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-201a.pdf> (verified 19 Aug. 2013).



11. Росулов Р.Х. Влияние жесткости крепления колков очистителя хлопка-сырца на очистительный эффект // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности/ – 2017, №1. С.55...57.

12. Murodov O. Perfection of designs and rationale of parameters of plastic Koloski cleaning cleaners // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 8 (12), 2019. P. 2640...2646.

13. Росулов Р.Х. Рыхлительный барабан волокнистого материала. №FAP 01318, 30.08.2018г., Бюлл., №8.

14. Djuraev A., Rosulov R., Kholmiraev J., Diyorov H., Berdimurodov U. Development of effective construction and justification of parameters of the cleaner of fibrous material. E3S Web of Conferences 304, 03031 (2021).

15. Rosulov R., Djuraev A., Diyorov H., Berdimurodov U. Theoretical study of the influence of the length of the spike on the cleaning effect of the fine litter cleaner. E3S Web of Conferences 304, 03038 (2021).

16. Севастьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М., 2007.

## REFERENCES

1. Gazieva S.A., Kurbonov B.D., Nurov M.E., Ibrogimov Kh.I., Rudovskiy P.N. Izmenenie strukturnogo pokazatelya khlopka-syrtsa po tekhnologicheskim perekhodam ego pererabotki // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, № 5. S.131...135.

2. Korabel'nikov A.R., Lebedev D.A., Shutova A.G. Vydelenie sornykh primesey s poverkhnosti sloya voloknistogo materiala // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, № 4. S.143...147.

3. Korabel'nikov R.V., Korabel'nikov A.R. One problem of removing coarse trash from fibrous material / R. V. Korabel'nikov, A. R. Korabel'nikov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2000, №3. P. 29...33.

4. Djuraev A., Narmatov E.A., Murodov O.J., Yormamatov T. and Olimjonov B.Kh. Analysis of the vibrations of a console column made on a base with non-line protection in gin // PAPER • OPEN ACCESS Analysis of the vibrations of a console column made on a base with nonlinear protection in gin. To cite this article: A Djuraev et al 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1889 042017.

5. Murodov O. Development of an effective design and justification of the parameters of the separation and cleaning section of raw cotton. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1889(4), 042012

6. Rosulov R.Rh., Saphoyev A.A. To the Problem of Clearing of Hard-grades Raw Cotton. Journal Textile

Science & Engineering.– V. 5, Is. 2, 2015. ISSN: 2165-8064.

7. Tashpulatov D.S., Muradov O.Zh., Dzhuraev A.Zh, Gafurov Yu.K., Vasiliadis S. Razrabotka konstruktivnykh i metody rascheta parametrov plastikovykh rombovidnykh sterzhney na uprugikh oporakh v ochistnykh mashinakh // Seriya konferentsiy IOP: Materialovedenie i inzheneriya Otkrytyy dostup Tom 459, Vypusk 12018 Nomer stat'i 012068 Egeyskaya Mezhdunarodnaya konferentsiya po tekstilyu i peredovoy inzhenerii, AITAE 2018, Lesbos, 5 sentyabrya 2018 g. - 7 sentyabrya 2018 g., 143522

8. Djuraev A., Kuliev, T.M. Improvement of the construction and justification of parameters of the fibrous material regenerator // International Journal of Advanced Science and Technology. – 29(8 Special Issue). P. 453...460

9. Djuraev A., Kuliev T.M. Designing and methods of calculating parameters of a fibrous material cleaner from large litter // International Journal of Advanced Science and Technology. – 29(8 Special Issue). P.444...452.

10. Code of Federal Regulations (CFR). 2010. Method 201A—Determination of PM10 and PM2.5 emissions from stationary sources (Constant sampling rate procedure). 40 CFR 51, Appendix M. Available at <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-201a.pdf> (verified 19 Aug. 2013).

11. Rosulov R.Kh. Vliyanie zhestkosti krepneniya kolkov ochistitelya khlopka-syrtsa na ochistitel'nyy effekt // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №1. S.55...57.

12. Murodov O. Perfection of designs and rationale of parameters of plastic Koloski cleaning cleaners // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. – 8 (12), 2019. P. 2640...2646.

13. Rosulov R.Kh. Rykhlytel'nyy baraban voloknistogo materiala. №FAP 01318, 30.08.2018g., Byull., №8.

14. Djuraev A., Rosulov R., Kholmiraev J., Diyorov H., Berdimurodov U. Development of effective construction and justification of parameters of the cleaner of fibrous material. E3S Web of Conferences 304, 03031 (2021).

15. Rosulov R., Djuraev A., Diyorov H., Berdimurodov U. Theoretical study of the influence of the length of the spike on the cleaning effect of the fine litter cleaner. E3S Web of Conferences 304, 03038 (2021).

16. Sevast'yanov A.G. Metody i sredstva issledovaniya mekhaniko-tekhnologicheskikh protsessov tekstil'noy promyshlennosti. – М., 2007.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 20.12.21.

УДК 677.021

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_178

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ  
ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА В ФОРМИРУЮЩЕМ БУНКЕРЕ**

**RESEARCH OF THE STABLE FIBER MATERIAL MOTION MODE  
IN THE FORMING HOPPER**

*С.А. КЮРЕГЯН, А.Д. АСАТРЯН*

*S.A. KYUREGHYAN, A.J. ASATRYAN*

(Национальный политехнический университет Армении, Гюмрийский филиал)

(National Polytechnic University of Armenia, Gyumri branch)

E-mail: asatryan.armine01@gmail.com

*В работе исследован установившийся режим движения волокнистого материала относительно вибрирующей поверхности формирующего бункера двухкамерного питателя. На основе анализа режима движения волокнистого материала относительно вибрирующей поверхности в формирующем бункере разработаны условия существования и устойчивости движения волокнистого материала по вибрирующим транспортерам. Доказано, что все возможные установившиеся режимы движения волокнистого материала, при отсутствии подбрасывания, устойчивы по всей области их существования за исключением границ.*

*In the research work, the steady-state mode of fibrous material movement relative to the vibrating surface of the forming hopper of a two-chamber feeder is investigated. From the analysis of the steady-state mode of the fibrous material movement relative to the vibrating surface in the forming hopper, conditions for the existence and stability of the movement of the fibrous material along the vibrating conveyors are developed. It is proved that all possible steady-state modes of fibrous material movement, in the absence of a toss, are stable throughout their area of existence, with the exception of boundaries.*

**Ключевые слова:** установившийся режим, относительный покой, скольжение вперед, фазовый угол, соударение, угол трения.

**Keywords:** steady state, relative peace, forward sliding, phase angle, collision, angle of the friction.

## Введение

Применения аэродинамических устройств в текстильном оборудовании требует разработки теории движения волокнистых материалов. Уже в настоящее время есть немало практических задач, рациональное решение которых невозможно без теории [1]. Общая теория движения волокнистых материалов подразумевает вывод уравнения движения комплексов, состоящих из множества отдельных волокон, называемых в дальнейшем также клочками, с учетом действия на них всех сил, а также взаимодействия их в волокнистовоздушном потоке при постоянной и переменной скорости движения [2]. В природе практически нет идеально упругих материалов. Поведение всех материалов в большей или меньшей степени зависит от времени, от скорости нагружения.

Закономерности движения волокнистого материала по вибрирующей поверхности представляют самостоятельный интерес для виброуплотнения (и вибросепарации) отдельных клочков малых размеров [3]. Эти закономерности интересны также и для теории многих сложных процессов, например, виброуплотнения и сепарации упругих тел конечных размеров.

### Постановка задачи

Целью настоящего исследования является построение математической модели установившегося режима движения волокнистого материала в двухкамерном питателе, который оснащен вибрирующими транспортерами.

### Объекты и методы исследования

На основе аналитических и экспериментальных исследований получены графики для определения фазового угла остановки волокнистого материала по фазовому углу начала скольжения и графики для определения безразмерного перемещения волокнистого материала по этапу скольжения.

### Результаты и обсуждения

В общем случае волокнистый материал может находиться относительно вибрирующей поверхности в одном из следующих трех состояний относительно покоя ( $dx \equiv 0$ ,  $dy \equiv 0$ ), скольжения вперед ( $dx \equiv 0$ ,  $dx > 0$ ) и отрыва ( $y > 0$ ), называемого также поле-

том. Обозначим указанные состояния соответственно символами 0, + и  $\cap$ . Наибольший практический интерес представляют режимы движения волокнистого материала, характеризующиеся циклическим чередованием указанных состояний (этапов движения), причем время одного цикла, называемое периодом переключений режима  $T_{\Pi} = 2pT$ , равно, или целое число раз превышает период колебаний поверхности  $T = 2\pi/\omega$ . Режимы, как правило, устанавливаются по истечении некоторого времени после падения волокнистого материала на поверхность или после возникновения колебаний поверхности.

Каждый установившийся режим охарактеризован определенным набором циклически повторяющихся символов 0, + и  $\cap$ , кратностью  $P$  и моментами перехода  $t_j$  от одного этапа движения к другому. При этом достаточно указать лишь чередование символов значения моментов  $t_j$  в пределах одного периода переключений. Запись вида

$$0,25(\cap)8,3(\cap)11,0(+ )12,7(+ )4\pi + 0,25 \quad (1)$$

назовем формулой установившегося режима. Эта запись указывает, что, начиная с момента, соответствующего значению фазового угла, от  $\omega t_1 = 0,25$  до  $\omega t_2 = 8,3$ , волокнистый клочок находится в полете над поверхностью, при  $\omega t_2 = 8,3$  происходит мгновенное соударение с поверхностью, снова полет до момента  $\omega t_3 = 11,0$ , скольжение вперед поверхности до момента  $\omega t_4 = 12,5$ , затем имеет место относительный покой до  $\omega t_5 = 12,7$  и, наконец, скольжение вперед до  $\omega t_6 = 4\pi + 0,25$ . После этого цикл повторяется. Период переключений данного режима  $T_{\Pi} = 34\pi/\omega = 2T$ .

С математической точки зрения рассматриваемая задача сводится к изучению решений нелинейных дифференциальных уравнений, которые в каждом из определенных частей фазового пространства являются линейными, однако имеют в каждой части различную амплитудную запись и даже различный порядок [1]:

$$m \frac{d^2x}{dt} = m A\omega^2 \cos\beta \sin\omega t + mg - F, \quad (2)$$

$$m \frac{d^2y}{dt} = m A\omega^2 \sin\beta \sin\omega t + N, \quad (3)$$

где  $m$  – масса волокнистого материала;  $A$  и  $\omega$  – соответственно амплитуда и частота колебания относительно транспортера;  $\beta$  – угол вибрации;  $g$  – ускорение свободного падения.

При  $F=N=0$ :

$$\frac{d^2x}{dt} = m A\omega^2 \cos\beta \sin\omega t + g. \quad (4)$$

Аналитическое решение подобной задачи может быть выполнено точечным методом – так называемым обратным методом, а также методом поэтапного интегрирования, припасовывания точечных отображений. Помимо аналитических методов используют графические построения.

Движение волокнистого материала без отрыва от вибрирующей поверхности мо-

жет иметь место лишь при выполнении условия:

$$\omega = \frac{A\omega^2}{g} \operatorname{tg}\beta \leq 1. \quad (5)$$

Параметр  $\omega$ , равный отношению амплитуды поперечной составляющей переносной силы инерции  $m A\omega^2 \sin\beta$  к поперечной составляющей силы тяжести  $mg \cos\beta$ , назовем параметром перегрузки при условии, что параметр перегрузки  $\omega \leq 1$  [1].

Условия существования и устойчивости всех возможных установившихся режимов движения волокнистого материала при отсутствии подбрасывания представлены в табл. 1 (табл. 1 – установившиеся режимы движения волокнистого материала при отсутствии подбрасывания [ $z_0 \geq 1$  ( $\omega \leq 1$ )]).

Таблица 1

Характер и формула установившегося режима движения	Необходимые и достаточные условия существования и устойчивости установившихся режимов	Период переключений	Фазовые углы, соответствующие моментам перехода	$\nu$ и $\pi$
Регулярный режим	$z'_{1+} < 1, \Psi(\delta_+, \delta_{1+}, \pi + \delta_+) < 0$		$\varphi_{0+} = \delta_{1+}$	
1. $\varphi_{0+}(+) \varphi_{+0}(0)$	$z'_{1-} < 1$			
$\varphi_{0+} + 2\pi$				$\nu = \frac{A\omega}{\pi \cos\beta} \cos(\beta - \rho) F(\delta_+, \delta_{1+})$
(+0)	$z'_{1+} < 1, \Psi(\gamma_-, \gamma_{1-}, \pi - \gamma_-) < 0$		$\varphi_{0+} = f(\delta_+, \delta_{1+})$	
	$z'_{1+} > -1, \Psi(\delta_+, \delta_{1+}, \pi + \delta_+) < 0$	$\frac{2\pi}{\omega}$		
2. $\varphi_{0-}(-) \varphi_{-0}(0)$	$z'_{1+} \geq 1, \Psi(\delta_+, \delta_{1+}, \pi - \gamma_{1-}) \geq 0$		$\varphi_{0-} = \delta_{1-} = \pi + \gamma_{1-}$	
$\varphi_{0+} + 2\pi$	$z'_{1-} > -1$			$\nu = \frac{A\omega}{\pi \cos\beta} \cos(\beta + \rho) F(\gamma_-, \gamma_{1-})$
(-0)	$z'_{1+} < 1, \Psi(\gamma_-, \gamma_{1-}, \pi - \delta_{1+}) \geq 0$		$\varphi_{-0} = \pi + f(\gamma_-, \gamma_{1-})$	
	$z'_{1-} > -1, \Psi(\gamma_-, \gamma_{1-}, \pi + \gamma_-) < 0$			

Эти условия выражены четырьмя без-

размерными параметрами:

$$z'_{1\pm} = \frac{g}{A\omega^2} = \frac{\sin(\gamma \pm \rho_1)}{|\cos(\beta \pm \rho_1)|}, \quad z'_{\pm} = \frac{g}{A\omega^2} = \frac{\sin(\alpha \pm \rho)}{|\cos(\beta \mp \rho)|} \quad (6)$$

$\rho_1 = \arctg f_1$  и  $\rho = \arctg f$  – соответственно углы трения покоя и скольжения, наряду с которыми используют такие параметры, как  $\delta_{1+}$ ,  $\delta_+$ ,  $\gamma_{1-}$  и  $\gamma_-$ , связанные с  $z'_{1\pm}$  и  $z'_{\pm}$  соотношениями:

$$\delta_{1+} = \arcsin z'_{1\pm}, \quad \delta_+ = \arcsin z'_{\pm}, \quad (7)$$

$$\gamma_{1-} = \arcsin z'_{1-}, \quad \gamma_- = \arcsin z'_{-}.$$

Кроме того, используются функции этих параметров:

$$\begin{cases} \psi(a, b, c) = \cos b + \cos c - (\pi + c - b) \sin a, \\ v_+ = \pi - v_- = \pi \frac{\sin \gamma_-}{\sin \delta_+ + \sin \delta_-}, \\ \lambda = \frac{v_+}{\sin v_+} \sin \delta_+ = \frac{v_-}{\sin v_-} \sin \gamma. \end{cases} \quad (8)$$

А также функция  $f(a, b)$ , предусматривающая решение трансцендентного уравнения:

$$\cos f(a, b) = \cos b - [f(a, b) - b] \sin a. \quad (9)$$

Определение средней скорости и ускорения волокнистого материала в установившихся режимах движения не вызывают существенных затруднений, если найдены моменты перехода от одного этапа к другому, после этого дело сводится к легко выполняемому интегрированию (2). В результате получится перемещение скорости за тот же период ( $\Delta \frac{dx}{dt}$ ) для режимов ускоренных, а затем средняя скорость и ускорение:

$$V = \frac{S}{T_n} = S\omega / (2\pi\rho), \quad a = (\Delta dx_T) / T_n. \quad (10)$$

В общем случае, когда коэффициенты трения покоя и скольжения  $\lambda$  и  $f$  различны, процесс вычисления средней скорости в регулярных режимах можно свести к следующему:

1. Вычисляем  $z'_{1\pm}$ ,  $z'_{\pm}$ ,  $\delta_{1+}$ ,  $\delta_+$ ,  $\gamma_{1-}$  и  $\gamma_-$ .

С помощью соотношений табл. 1, при учете (8) и графика рис. 1 (график определения фазового угла остановки волокнистого материала по фазовому углу скольжения), вычисляют вид установившегося режима движения волокнистого материала.

2. По формулам четвертой графы табл. 1 и с помощью графиков рис. 1 находят фазо-

вые углы, соответствующие моментам перехода от одного этапа движения к другому.

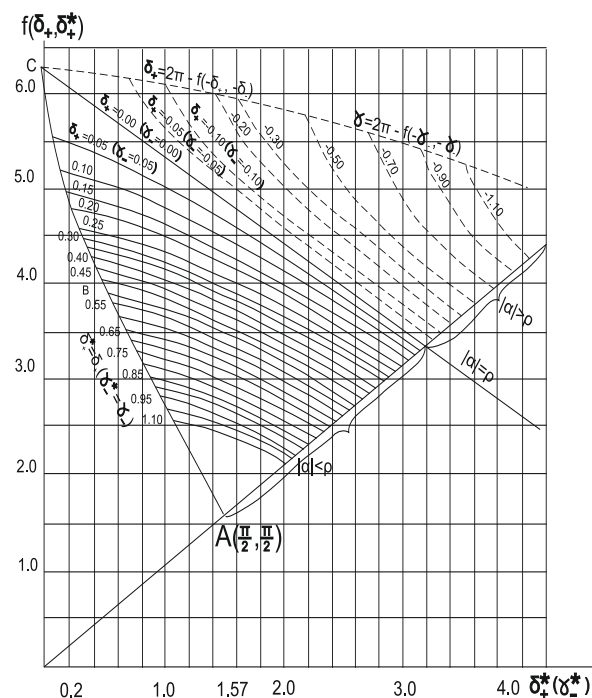


Рис. 1

3. По формулам последней графы табл. 1 и с помощью графика рис. 2 (графики определения безразмерного перемещения волокнистого материала за этап скольжения) подсчитывают среднюю скорость  $V$  или среднее ускорение  $a$ .

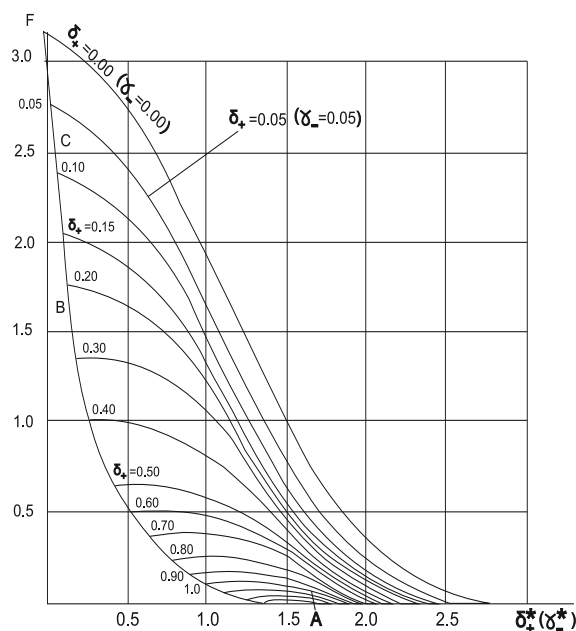


Рис. 2

## ВЫВОДЫ

1. Получено уравнение, которое характеризует установившийся режим движения волокнистого материала относительно вибрирующей поверхности формирующего бункера двухкамерного питателя.

2. Получены соотношения и графики, которые дают возможность вычислять вид установившегося режима и подсчитывать среднюю скорость  $V$  или среднее ускорение  $a$  движения волокнистого материала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акобджанян А.С. Пневматические распределители волокна в прядильном производстве. – М.: Легпромбытиздат, 1987.

2. Кюрегян С.А., Асатрян А.Д. Теоретические исследования параметров работы формирующего бункера с вибрирующими транспортерами // Вестник НПУА. Механика, машиноведение, машиностроение. Ереван, Изд-во Чартарагет. – 2018, №1. С.76...82.

3. Кюрегян С.А., Асатрян А.Д. Математический метод определения коэффициента плотности волокнистого настила в формирующем бункере // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2018. Т. 42, №4. С. 20...22.

## REFERENCES

1. Akobdzhanyan A.S. Pnevmaticheskie rasprediteli volokna v pryadil'nom proizvodstve. – M.: Legprombytizdat, 1987.

2. Kyuregyan S.A., Asatryan A.D. Teoreticheskie issledovaniya parametrov raboty formiruyushchego bunkera s vibriruyushchimi transporterami // Vestnik NPUA. Mekhanika, mashinovedenie, mashinostroenie. Erevan, Izd-vo Chartaraget. – 2018, №1. S.76...82.

3. Kyuregyan S.A., Asatryan A.D. Matematicheskij metod opredeleniya koeffitsienta plotnosti voloknistogo nastila v formiruyushchem bunkere // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti. – 2018. T. 42, №4. S. 20...22.

Рекомендована кафедрой дизайна и технологии изделий текстильной и легкой промышленности. Поступила 08.10.21.

УДК 677.11.021

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_183

**ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
ИЗ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА МОНОСУЛЬФИТНЫМ СПОСОБОМ**

**FEATURES OF PRODUCING CELLULOSE LINEN FIBER  
IN MONOSULFITNYM WAY**

*О.Ф. БОГДАНОВА, О.А. ГОРАЧ*

*O.F. BOGDANOVA, O.A. GORACH*

(Херсонский национальный технический университет, Украина)

(Kherson National Technical University, Ukraine)

E-mail: gorach.olga@kntu.net.ua

*В статье рассмотрены вопросы получения целлюлозы из льняного волокна моносультитным способом на основе повторного использования раствора после первичной варки. Установлены оптимальные параметры и режимы варки целлюлозы из льняного волокна.*

*The article discusses how to obtain cellulose from flax fiber in monosulfitnym way, based on the reuse of the solution after primary pulping. The optimal parameters and pulping modes of flax fiber are obtained.*

**Ключевые слова:** льняное волокно, целлюлоза, моносультит, качественные показатели.

**Keywords:** flax fibers , cellulose, monosulfit , quality indicators .

В настоящее время еще не разработаны технологии получения целлюлозосодержащих полуфабрикатов на основе однолетних растений, поэтому Украина импортирует целлюлозу из зарубежных стран. Существующие технологии, как известно, являются материалоемкими и требуют значительных затрат на закупку реагентов. Однако сейчас мировая целлюлозно-бумажная промышленность оказалась в затруднительном положении, поскольку производители целлюлозы повысили цены на свою продукцию [1]. Сначала MetsäFibre (Фин-

ляндия) объявила о повышении цен на хвойную целлюлозу (NBSK) в Европе с 1 марта 2013 года. Новая цена составляет 860 долларов за тонну. Затем к MetsäFibre присоединилась MercerInternational (Германия). Эта компания также объявила о повышении европейских цен на хвойную целлюлозу (NBSK) с 1 марта 2013 года до 860 долларов за тонну. Södra (Швеция) повысила цены в Европе на хвойную целлюлозу до 870 долларов за тонну, а на лиственную— до 820 долларов за тонну. После этого StoraEnso (финско-шведская лесопромыш-

ленная компания, одна из крупнейших в мире) начала информировать клиентов о повышении цен на северную беленую хвойную целлюлозу (NBSK) в Европе с 1 марта 2013 г. до 700 евро за тонну [1]. Поэтому исследования в данном направлении, несомненно, будут способствовать импортозамещению целлюлозосодержащих материалов, которые в настоящее время завозятся в Украину из других стран.

Существующие способы получения целлюлозы из льняного сырья требуют достаточно больших материальных и энергетических затрат. Как известно, промышленное получение целлюлозы является очень материалоемким процессом, требующим значительных затрат реагентов, а также достаточно больших материальных ресурсов для очистки очистных сооружений. Учитывая вышеизложенное, особую актуальность приобретает вопрос разработки нового экологически чистого и экономичного способа получения целлюлозы. Поскольку получение отечественного дешевого и к тому же ежегодно возобновляемого сырья может стать дополнительным источником сырья для отечественной целлюлозной промышленности, что в свою очередь будет способствовать решению проблемы импортозамещения.

Основными химическими компонентами льняного стебля (как лубяной, так и древесной его части) являются: целлюлоза, лигнин, пектиновые вещества и гемицеллюлозы. Ранее главным источником получения целлюлозы был хлопок (хлопковый линт), однако сегодня он стал импортным сырьем, что, в свою очередь, привело к повышению цен на продукты его переработки.

Природная целлюлоза, или клетчатка, является единственным источником промышленного производства целлюлозы. Существует множество способов промышленного получения целлюлозы для применения в различных отраслях народного хозяйства [2...5]. Сырье для картонно-бумажного производства подразделяют на первичное и вторичное. Первичное – это целлюлоза, получаемая из переработанных растительных волокон. Проблема сырьевой зависимости

целлюлозно-бумажной промышленности от импорта постоянно обостряется, что связано со стремительным ростом цен на импортируемую целлюлозу.

Вторичным сырьем для производства целлюлозно-бумажной продукции является макулатура. Как и целлюлоза, макулатура в последнее время тоже очень подорожала. Это, в свою очередь, приводит к росту цен на продукцию отечественной целлюлозно-бумажной отрасли и снижению ее конкурентоспособности. Главная причина подорожания – борьба отечественных целлюлозно-бумажных комбинатов за сырьевые ресурсы, которая вызвала дефицит макулатуры на внутреннем рынке [6].

Итак, на сегодняшний день целлюлозно-бумажная промышленность находится в затруднительном положении, поэтому поиск альтернативных способов получения целлюлозы из однолетних растений – важная задача современности. Таким образом, особую актуальность приобретает вопрос создания способа получения целлюлозы из льняного волокна, применение которого позволило бы за счет технологических особенностей уменьшить количество используемых химических реагентов и улучшить показатели качества целлюлозы.

Для уменьшения импортозависимости отечественных целлюлозно-бумажных предприятий была принята Общегосударственная целевая программа развития целлюлозно-бумажной промышленности Украины и отечественного рынка картонно-бумажной продукции на период до 2020 года, в которой предусмотрено использование соломы однолетних растений для создания отечественной сырьевой базы бумажной промышленности.

Выполняя исследования в соответствии с Общегосударственной целевой программой развития целлюлозно-бумажной промышленности Украины и отечественного рынка картонно-бумажной продукции на период до 2020 года, ученые Херсонского национального технического университета разработали технологии получения технической целлюлозы из лубяного сырья – льна масличного, льна-долгунца и конопли – для последующего получения картона и бумаги



[7...11]. Данные технологии были разработаны в 2010-2014 гг. Показатели качества полученных волокнистых полуфабрикатов определяли по действующим стандартам на целлюлозу и бумагу из древесного сырья.

Анализ физико-механических показателей полученных образцов свидетельствует, что техническая целлюлоза из лубяного сырья по своему качеству не уступает показателям технической целлюлозы, полученной из древесины, а по некоторым параметрам даже превосходит ее. Учитывая высокие показатели прочности, полученные волокнистые полуфабрикаты можно использовать в композиции при производстве долговечных, прочных и специальных видов бумаги.

Оценка качества целлюлозы, получаемой из однолетних растений, например из льна масличного, льна-долгунца и ненаркотической конопли, проводится в соответствии с действующими стандартами СССР: ГОСТ 19318–73 "Целлюлоза. Подготовка

проб к химическим анализам", ГОСТ 16932–93 "Целлюлоза. Определение содержания сухого вещества", ГОСТ 6841–77 "Целлюлоза. Метод определения смол и жиров", ГОСТ 10820-75 "Целлюлоза. Метод определения массовой доли пентозанов", ГОСТ 6840–78 "Целлюлоза. Метод определения содержания  $\alpha$ -целлюлозы", ГОСТ 14363.4–89 "Целлюлоза. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям" [10...17].

При выполнении научно-исследовательских работ учеными кафедры было проверено влияние использования отработанного щелока на качественные показатели полученной целлюлозы. В процессе исследований были установлены оптимальные параметры и режимы варки целлюлозы с использованием отработанного щелока. Результаты проведенных экспериментальных исследований по определению качественных показателей целлюлозы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние добавления отработанного щелока на качественные показатели целлюлозы									
Показатель качества	Отработанный щелок, %								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Выход целлюлозы, %	46,0	48,2	48,8	49,7	51,7	52,2	45,7	48,7	47,1
Содержание альфа-целлюлозы, %	89,5	90,2	95,2	93,5	94,2	94,8	93,2	92,7	91,8
Содержание остаточного лигнина, %	5,67	6,6	6,8	6,5	6,7	6,9	6,7	6,5	6,2
Разрывная длина, м	4900	5100	5500	5700	5900	6100	5500	5700	5200
Абсолютное сопротивление на разрыв, Н	25,5	24,9	25,0	24,5	24,7	26,0	24,2	22,8	20,5
Абсолютное сопротивление разрывному продавливанию, кПа	250	255	260	245	246	247	235	230	220
Сопротивление на излом, к.п.п.	22	22	23	24	25	26	25	15	12

Анализируя результаты, представленные в табл. 1, можно сделать вывод, что использование отработанного щелока с концентрацией 10...50% при повторной варке целлюлозы позволяет получить целлюлозу с показателями качества, которые не уступают качественным показателям целлюлозы, например, из листовых пород деревьев. Так, показатель разрывной длины увеличился с 4900 м в контрольном варианте до 6100 м в варианте с 50% добавлением отработанного щелока. Абсолютное сопро-

тивление на разрыв и абсолютное сопротивление на разрывное продавливание почти не изменилось по сравнению с контрольным вариантом. Показатель сопротивления на излом также увеличился с 22 к.п.п. в контрольном варианте до 26 к.п.п. в варианте с 50 % добавлением отработанного щелока.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что варка целлюлозы из льняного волокна указанным способом позволяет тратить около 50% от исходного

количества химических реагентов и повторно использовать варочный раствор при последующей варке.

На основе проведенных исследований был разработан экологически чистый и экономичный способ получения целлюлозы, что позволяет значительно сократить расходы на приобретение химических реагентов, уменьшить объем выбросов в окружающую среду и очистные сооружения. Использование дешевого, отечественного, ежегодно возобновляемого сырья может стать дополнительным источником для отечественной целлюлозно-бумажной промышленности и, в свою очередь, будет способствовать решению проблемы импортозамещения.

Таким образом, на основе полученных результатов исследований можно утверждать, что использование для варки раствора с добавлением до 50% первичного варочного раствора позволяет получить целлюлозу с качественными показателями, которые не уступают показателям качества целлюлозы, полученной из листовых пород деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Содружество бумажных оптовиков: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.sbo-paperg.ru/news/archive\\_world/39476/](http://www.sbo-paperg.ru/news/archive_world/39476/).
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3-х т. / Т. I. Сырье и производство полуфабрикатов. – Ч. 2. Производство полуфабрикатов. – СПб.: Политехника, 2003.
3. Дейкун И.М. Разработка технологии получения льняной целлюлозы для химической переработки: Дис. ... канд. техн. наук. – К., 2005.
4. Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. – М.: Экология. Т.3, 1994.
5. Галашина В.Н. Морыганов А.П. Изменение свойств льноволокна и структуры целлюлозы при щелочных и щелочно-окислительных обработках // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Высокоэффективные технологии производства и переработки льна. – Вологда, 2002. С. 136.
6. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. – Ч. ИИ / Под общ. ред. В.А. Столяровой. – СПб.: АНО НПО "Профессионал", 2007.
7. Патент на изобретение 10331 А от 25.12.96, Бюл. № 4. Способ получения целлюлозы, Чурсина Л.А., Логачева Л.И., Богданова О.Ф. и др.

8. Патент на изобретение № 10597 А от 25.12.96. Бюл. № 4. Способ получения волокнистой массы из исходного недревесного сырья, Чурсина Л.А., Логачева Л.И., Богданова О.Ф. и др.

9. Патент на изобретение № 33428 А от 15.02.01 Бюл. № 1, 2001 год. Способ отбеливания льняного целлюлозного полуфабриката Богданова О.Ф., Путинцева С.В., Чурсина Л.А.

10. Патент на полезную модель № 48160, от 10.03.2010, Бюл. № 5. Способ получения целлюлозы Путинцева С.В., Богданова О.Ф., Чурсина Л.А.

11. Патент на полезную модель № 56855 от 25.01.2011 Бюл. №2. – 4 с. Способ получения целлюлозы. Чурсина Л.А., Лялина Н.П., Богданова О.Ф., Резвых Н.И.

12. ГОСТ 19318–73. Целлюлоза. Подготовка проб к химическим анализам. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1979.

13. ГОСТ 16932–93. Целлюлоза. Определение содержания сухого вещества. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1979.

14. ГОСТ 6841–77. Целлюлоза. Метод определения смол и жиров. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1977.

15. ГОСТ 10820–75. Целлюлоза. Метод определения массовой доли пентозанов. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1975.

16. ГОСТ 6840–78. Целлюлоза. Метод определения содержания а-целлюлозы. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1983.

17. ГОСТ 14363.4–89. Целлюлоза. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1989.

#### REFERENCES

1. 1. Sodruzhestvo bumazhnykh optovikov: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: [http://www.sbo-paperg.ru/news/archive\\_world/39476/](http://www.sbo-paperg.ru/news/archive_world/39476/).
2. Tekhnologiya tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. V 3-kh t. / T. I. Syr'e i proizvodstvo polufabrikatov. – Ch. 2. Proizvodstvo polufabrikatov. – SPb.: Politekhnik, 2003.
3. Deykun I.M. Razrabotka tekhnologii polucheniya l'nyanoy tsellyulozy dlya khimicheskoy pererabotki: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – K., 2005.
4. Nepenin Yu.N. Tekhnologiya tsellyulozy. – M.: Ekologiya. T.3, 1994.
5. Galashina V.N. Moryganov A.P. Izmenenie svoystv l'novolokon i struktury tsellyulozy pri shchelochnykh i shchelochno-okislitel'nykh obrabotkakh // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Vysokoeffektivnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki l'na. – Vollogda, 2002. S. 136.

6. Novyy spravochnik khimika i tekhnologa. Syr'e i produkty promyshlennosti organicheskikh i neorganicheskikh veshchestv. – Ch. II / Pod obshch. red. V.A. Stol'yarovoy. – SPb.: ANO NPO "Professional", 2007.

7. Patent na izobretenie 10331 A ot 25.12.96, Byul. № 4. Sposob polucheniya tsellyulozy, Chursina L.A., Logacheva L.I., Bogdanova O.F. i dr.

8. Patent na izobretenie № 10597 A ot 25.12.96. Byul. № 4. Sposob polucheniya voloknistoy massy iz iskhodnogo nedrevesnogo syr'ya, Chursina L.A., Logacheva L.I., Bogdanova O.F. i dr.

9. Patent na izobretenie № 33428 A ot 15.02.01 Byul. № 1, 2001 god. Sposob otbelivaniya l'nyanogo tsellyuloznogo polufabrikata Bogdanova O.F., Putintseva S.V., Chursina L.A.

10. Patent na poleznuyu model' № 48160, ot 10.03.2010, Byul. № 5. Sposob polucheniya tsellyulozy Putintseva S.V., Bogdanova O.F., Chursina L.A.

11. Patent na poleznuyu model' № 56855 ot 25.01.2011 Byul. №2. – 4 s. Sposob polucheniya tsellyulozy. Chursina L.A., Lyalina N.P., Bogdanova O.F., Rezvykh N.I.

12. GOST 19318–73. Tsellyuloza. Podgotovka prob k khimicheskim analizam. – M.: Gosudarstvennyy

komitet SSSR po standartam (Izdatel'stvo standartov), 1979.

13. GOST 16932–93. Tsellyuloza. Opredelenie sodержaniya sukhogo veshchestva. – M.: Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam (Izdatel'stvo standartov), 1979.

14. GOST 6841–77. Tsellyuloza. Metod opredeleniya smol i zhirov. – M.: Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam (Izdatel'stvo standartov), 1977.

15. GOST 10820–75. Tsellyuloza. Metod opredeleniya masovoy doli pentozanov. – M.: Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam (Izdatel'stvo standartov), 1975.

16. GOST 6840–78. Tsellyuloza. Metod opredeleniya sodержaniya a-tsellyulozy. – M.: Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam (Izdatel'stvo standartov), 1983.

17. GOST 14363.4–89. Tsellyuloza. Metod podgotovki prob k fiziko-mekhanicheskim ispytaniyam. – M.: Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam (Izdatel'stvo standartov), 1989.

Рекомендована кафедрой товароведения, стандартизации и сертификации. Поступила 19.11.21.

УДК 675.035

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_187

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ ДЕРМЫ ШКУР ЛОСОСЯ\*

### STUDY OF PLASMA TREATMENT EFFECT ON THE THERMAL STABILITY OF THE DERMIS OF SALMON SKINS

*Д.К. НИЗАМОВА, Г.Р. РАХМАТУЛЛИНА, В.П. ТИХОНОВА, Р.Ф. АХВЕРДИЕВ*

*D.K. NIZAMOVA, G.R. RAKHMATULLINA, V.P. TIKHONOVA, R.F. AKHVERDIEV*

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technological University)

E-mail: nizamova.darya.93@mail.ru

*Возможность использования шкур рыб в качестве альтернативы классическим видам кожевенного сырья исследовалась давно, однако отсутствует единая технология производства кож из шкур рыб и нормативные документы на данный вид эксклюзивного материала. Кожа из шкур рыб по своим физико-механическим свойствам не уступает козам из шкур крупного рогатого скота, овчины и т.д., кроме того, по эстетическим свойствам она существенно превосходит кожу из классического сырья. В данной ра-*

\* Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП "Нанотехнологии и наноматериалы" ФГБОУ ВО "КНИТУ".

*боте исследованию подвергались шкуры лосося. При этом в качестве инструмента модификации дермы применялся поток неравновесной низкотемпературной плазмы пониженного давления. В результате проведенной работы установлено снижение температуры сваривания после процессов золеня, пикелевания и увеличение температуры сваривания дермы после процессов хромирования и дубления. Следовательно, плазменная обработка шкур лосося способствует лучшему разделению структуры дермы в подготовительных процессах, за счет разрыва слабых связей, и вследствие этого более качественному проведению процессов хромирования и дубления. Полученный полуфабрикат имеет повышенную термостабильность дермы, что подтверждается методом синхронного термического анализа.*

*The possibility of using fish skins as an alternative to classical types of leather raw materials has been studied for a long time, but there is no unified technology for the production of leather from fish skins and regulatory documents for this type of exclusive material. In terms of its physical and mechanical properties, leather from fish skins is not inferior to leather from skins of cattle, sheepskin, etc., in addition, in terms of aesthetic properties, it significantly surpasses leather from classical raw materials. In this work, salmon skins were studied. A low-pressure, nonequilibrium low-temperature plasma flow was used as a tool for modifying the dermis. As a result of this work, a decrease in the welding temperature after ashing and pickling processes and an increase in the temperature of derma welding after chroming and tanning processes were found. Consequently, plasma treatment of salmon skins contributes to better separation of the structure of the dermis in the preparatory processes, due to breaking of weak bonds, and as a consequence, a better quality of chroming and tanning processes. The resulting semi-finished product has an increased thermal stability of the dermis, which is confirmed by the method of synchronous thermal analysis.*

**Ключевые слова:** дерма шкур рыб, лосось, неравновесная низкотемпературная плазма, температура сваривания, термический анализ.

**Keywords:** dermis of fish skins, salmon, nonequilibrium low-temperature plasma, welding temperature, thermal analysis.

#### *Введение*

Применение неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) пониженного давления для модификации кож из классических видов сырья, таких как крупный рогатый скот, овчина, козлина и т.д., исследовано во многих работах [1...3]. Однако плазменная модификация кож из экзотического сырья малоизучена.

Плазменная технология относится к сухим, экологически чистым процессам, не требующим использования растворов. С ее помощью можно решить ряд задач:

- придать поверхности капиллярно-пористых материалов адгезионные свойства, необходимые для нанесения покрывных композиций;

- улучшить технологические и потребительские свойства кожи (регулировать гидрофильность, увеличить грязеотталкивание, уменьшить усадку, отдушистость и т.д.);

- удалить органические соединения;

- улучшить физико-механические свойства кожи.

#### *Методы*

После каждого жидкостного процесса определяли температуру сваривания дермы. Согласно ГОСТ 938.25–73 образцы дермы длиной 50 мм и шириной 3 мм закрепляли одним концом на неподвижный крючок стержня, а другим – на крючок, соединенный с ниткой. Термометр укрепляли на штатив и помещали в стакан с водой.

Воду в стакане медленно нагревали (не более 5°C в минуту) и отмечали показания термометра, при котором происходит деформирование образца [4], [5].

Термический анализ проводился при помощи метода синхронного термического анализа (термогравиметрия (ТГ) – ДТГ, ДСК), при котором регистрировали изменение массы образца в зависимости от температуры. Программное обеспечение позволило проводить расчеты по кривым без остановки эксперимента. Можно достаточно точно определить, является ли тепловой эффект реакцией разложения, окисления или фазовым переходом. В работе использовали термоанализатор SDT Q 600 [6].

#### Результаты и обсуждения

В работе исследовали влияние плазменной модификации на изменение степени структурирования дермы шкур рыб. В качестве объекта исследования рассматривали шкуру лосося. Входные параметры плазменной установки варьировали в следующих пределах: напряжение на аноде ( $U_a$ ) 1...8 кВ; сила тока ( $I_a$ ) 0,3...0,9 А, рабочее

давление в разрядной камере (P) 26,6 Па; расход плазмообразующего газа (G) 0,04...0,08 г/с; частота генератора (f) 13,56 МГц, продолжительность обработки (t) 1...9 мин. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон. Образец, обработанный неравновесной низкотемпературной плазмой, далее в работе будет называться опытным образцом, а не обработанный – контрольным образцом.

С помощью программы Статистика определили оптимальный режим плазменной модификации дермы шкур лосося:  $U=4,5$  кВ,  $I=0,62$  А,  $P=26$  Па,  $G=0,04$  г/с,  $t=3$  мин. Плазменную обработку осуществляли в сырье. Для исследования влияния ННТП пониженного давления на термостабильность исследуемых материалов, на первом этапе работы, использовали метод синхронного термического анализа (термогравиметрия (ТГ-ДТГ, ДСК), при котором регистрируется изменение массы образца в зависимости от температуры (табл. 1 – влияние ННТП пониженного давления на термостабильность кожи из шкур лосося).

Т а б л и ц а 1

Образцы	Интервал температур (максимум эффекта), °C					Общая потеря массы, % масс.
	потеря массы, % масс.					
Кожа из шкур лосося (опытный)	30 – 93 4,95	93 – 243 7,44	243 – 380 38,23	380 – 495 47,18	495 – 600 0,40	98,21
Кожа из шкур лосося (контрольный)	30 – 102 7,24	102 – 230 5,20	230 – 355 35,81	355 – 435 44,40	435 – 600 2,61	95,26

По термическому поведению образцы схожи между собой – регистрируется два экзотермических эффекта, соответствующие термической деструкции образцов. Од-

нако пробы отличаются по температурным интервалам деструкции [6].

На рис. 1, 2 представлены термоаналитические кривые кож из шкур лосося.

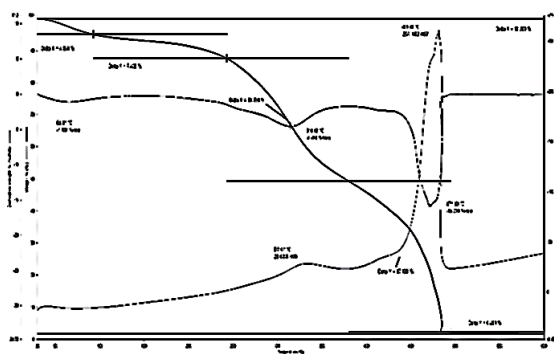


Рис. 1

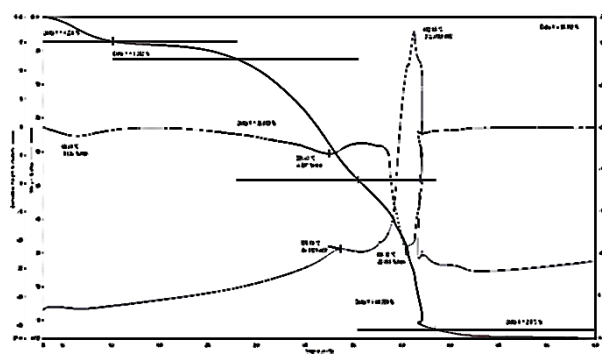


Рис. 2

В опытном образце кожи из шкур лосося (рис. 1) в низкотемпературной области до 93°C фиксируется потеря массы 4,95% масс. На ДСК кривой наблюдаются два экзотермических эффекта при 333°C и 481°C. Эти эффекты можно увидеть на кривой ДТГ со смещением максимумов. Потеря массы в интервале 243...380°C равна 38,23% масс., в интервале 380...495°C – 47,18% масс.

В контрольном образце кожи из шкур лосося (рис. 2) в низкотемпературной области до 102°C регистрируется потеря массы 7,24% масс. Общая потеря массы в интервале 30...600°C составляет 95,26% масс. Первая ступень находится в интервале 230...355°C (35,81% масс.), вторая – 355...435°C (44,40% масс.), интервалам соответствуют два экзотермических эффекта на ДСК кривой со смещенными температурными максимумами при 337°C и 413°C.

Таким образом, модификация ННТП пониженного давления сырья из шкур лосося

приводит к уменьшению потери массы кожи при нагревании на 3%, что свидетельствует о более полном их структурировании.

Структура дермы претерпевает значительные изменения в результате воздействия на шкуру различных веществ в ходе технологического цикла производства. В основе жидкостных процессов лежит взаимодействие коллагена дермы с химическими веществами, применяемыми при их обработке [7]. На втором этапе работы степень структурирования дермы, при плазменной модификации сырья, оценивали по показателю температуры сваривания, который характеризует гидротермостойкость дермы, то есть является количественной характеристикой устойчивости к нагреванию, при этом температуру сваривания определяли после каждого жидкостного процесса (табл. 2) [4], [5].

Т а б л и ц а 2

Технологические процессы	Температура сваривания, °C	
	контрольный образец	опытный образец
Сырье	46	-
После процесса золениа	48	45
После процесса пикелевания	28	23
После процесса хромирования	57	61
После процесса дубления	90	94
После пролежки	92	96

Из значений, представленных в табл. 2, видно, что температура сваривания сырья составляет 46°C, однако после процесса золениа и пикелевания происходит снижение температуры сваривания, что свидетельствует о разделении структуры дермы. При этом у опытного образца, модифицированного плазмой в оптимальном режиме, разделение структуры дермы происходит интенсивнее, так как температура сваривания на 18% ниже контрольного варианта. В процессе кратковременного хромирования происходит диффузия и связывание дубящих соединений хрома в структуре дермы, далее следует процесс растительного дубления, при этом температура сваривания контрольного образца на 4% меньше опытного варианта. Также установлена необхо-

димость проведения пролежки полуфабриката, для дополнительного связывания дубящих веществ с активными центрами белка [8...10].

## В Ы В О Д Ы

На основании вышеизложенного можно заключить, что плазменная обработка шкур лосося перед процессом отмоки приводит к изменению степени структурирования дермы после каждого жидкостного технологического процесса по сравнению с контрольным вариантом, при этом плазменная модификация способствует более качественному проведению процессов, в результате получается термостабильная кожа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Красина И.В. Регулирование свойств натуральных высокомолекулярных волокнистых материалов с помощью неравновесной низкотемпературной плазмы в процессах кожевенного и мехового производства: Дис.... докт. техн. наук. – Казань, 2006.

2. Рахматуллина Г.Р. Научно-технологические основы покрывного крашения кож с применением неравновесной низкотемпературной плазмы: Дис.... докт. техн. наук. – Казань, 2010.

3. Махоткина Л.Ю. Регулирование формовочной способности комплексных материалов обувной промышленности с применением неравновесной низкотемпературной плазмы: Дис.... докт. техн. наук. – Казань, 2006.

4. ГОСТ 938.25–73. Кожа. Метод определения температуры сваривания. – М.: Изд-во стандартов, 2003.

5. ГОСТ 938.15–70. Кожа. Метод определения толщины образцов и толщины кож в стандартной точке. – М.: Изд-во стандартов, 1973.

6. Синхронный термический анализ, [Электронный ресурс] URL: <https://www.netzsch-thermal-analysis.com/ru/produkty-resheniya/sinkhronnyi-termicheskii-analiz/> (Дата обращения 01.07.2021)

7. Островская А.В., Лутфуллина Г.Г., Абдуллин И.Ш. Химия и технология кожи и меха: теоретические основы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2017.

8. Низамова Д.К. Разработка технологий выделки кож из шкур лососевых рыб с применением неравновесной низкотемпературной плазмы: Дис.... канд. техн. наук. – Казань, 2019.

9. Патент РФ №2717449. Способ отмоки сырья из шкур горбуши Д.К. Низамова, Р.Ф. Ахвердиев, В.П. Тихонова, Г.Р. Рахматуллина, К.Р. Муканжанова, А.В. Островская, И.И. Латфуллин, патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский национальный исследовательский технологический университет", - № 2019124753; заявл. 01.08.2019; опубл. 23.03.2020

10. Низамова Д.К. Перспективы производства натуральной кожи из шкур лососевых рыб в кожевенной промышленности // Дизайн и Технологии. – 2018, №66. С. 23...28.

## REFERENCES

2. Красина И.В. Регулирование свойств натуральных высокомолекулярных волокнистых мате-

риалов с помощью неравновесной низкотемпературной плазмы в процессах кожевенного и мехового производства: Дис.... докт. техн. наук. – Казань, 2006.

2. Rakhmatullina G.R. Nauchno-tehnologicheskie osnovy pokryvnogo krasheniya kozh s primeneniem neravnovesnoy nizkotemperaturnoy plazmy v protsessakh kozhevennogo i mekhovo-go proizvodstva: Dis.... dokt. tekhn. nauk. – Kazan', 2006.

2. Rakhmatullina G.R. Nauchno-tehnologicheskie osnovy pokryvnogo krasheniya kozh s primeneniem neravnovesnoy nizkotemperaturnoy plazmy: Dis.... dokt. tekhn. nauk. – Kazan', 2010.

3. Makhotkina L.Yu. Regulirovanie formovochnoy sposobnosti kompleksnykh materialov obuv-noy promyshlennosti s primeneniem neravnovesnoy nizkotemperaturnoy plazmy: Dis.... dokt. tekhn. nauk. – Kazan', 2006.

4. GOST 938.25–73. Kozha. Metod opredeleniya temperatury svarivaniya. – M.: Izd-vo standartov, 2003.

5. GOST 938.15–70. Kozha. Metod opredeleniya tolshchiny obraztsov i tolshchiny kozh v standartnoy tochke. – M.: Izd-vo standartov, 1973.

6. Sinkhronnyy termicheskiy analiz, [Elektronnyy resurs] URL: <https://www.netzsch-thermal-analysis.com/ru/produkty-resheniya/sinkhronnyi-termicheskii-analiz/> (Data obrashcheniya 01.07.2021)

7. Ostrovskaya A.V., Lutfullina G.G., Abdullin I.Sh. Khimiya i tekhnologiya kozhi i mekha: teoreticheskie osnovy. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Izd-vo Yurayt, 2017.

8. Nizamova D.K. Razrabotka tekhnologiy vydelki kozh iz shkur lososevykh ryb s primeneniem neravnovesnoy nizkotemperaturnoy plazmy: Dis.... kand. tekhn. nauk. – Kazan', 2019.

9. Patent RF №2717449. Sposob otmoki syr'ya iz shkur gorbushi D.K. Nizamova, R.F. Akhverdiev, V.P. Tikhonova, G.R. Rakhmatullina, K.R. Mukanzhanova, A.V. Ostrovskaya, I.I. Latfullin, patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Kazanskiy natsional'nyy issledovatel'skiy tekhnologicheskiy universitet", - № 2019124753; zayavl. 01.08.2019; opubl. 23.03.2020

10. Nizamova D.K. Perspektivy proizvodstva natural'noy kozhi iz shkur lososevykh ryb v kozhevennoy promyshlennosti // Dizayn i Tekhnologii. –2018, №66. S. 23...28.

Рекомендована кафедрой плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов. Поступила 10.01.22.

**ИННОВАЦИОННЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ КОЖ\***

**INNOVATIVE, ENVIRONMENTALLY FRIENDLY  
TECHNOLOGIES FOR OBTAINING HIGH-QUALITY LEATHER**

*Г.Р. РАХМАТУЛЛИНА, Е.А. ПАНКОВА*

*G.R. RAKHMATULLINA, E.A. PANKOVA*

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technological University)

E-mail: gulnaz-f@yandex.ru; pankovaja@mail.ru

*Ухудшение экологической обстановки на планете заставило людей задуматься об огромном количестве токсичных веществ, применяемых при производстве кожи. В связи с этим в настоящее время особое внимание стало уделяться разработке экологически чистых технологий. В данной работе в качестве альтернативы технологиям, используемым при производстве натуральных кож с применением химических материалов, рассматривается плазменная модификация, которая в сочетании с классической технологией позволяет существенно повысить качество кож без дополнительного применения химических материалов. Оптимальный режим плазменной модификации для кожевенного полуфабриката (краст) определяли с помощью программы Статистика 6.0, функцией отклика служил показатель адгезии покрытия к коже. Плазменная обработка полуфабриката (краст) из шкур крупного рогатого скота позволяет значительно улучшить физико-механические и гигиенические свойства готовых кож с покрытием без применения дополнительных химических материалов, за счет модификации внешней и внутренней поверхности натурального материала и изменения ее пористости.*

*The deterioration of the ecological situation on the planet made people think about the huge amount of toxic substances used in the production of leather. In this regard, special attention has now been paid to the development of environmentally friendly technologies. In this paper, plasma modification is considered as an alternative to technologies used in the production of natural leathers using chemical materials, which, in combination with classical technology, can significantly improve the quality of leather without additional use of chemical materials. The optimal mode of plasma modification for a semi-finished leather product (crust) was determined using the Statistics 6.0 program; the adhesion indicator of the coating to the skin served as a response function. Plasma treatment of a semi-finished product (crust) from cattle skins can significantly improve the physical, mechanical and hygienic properties of finished coated leather without the use of additional chemical materials, by changing the porosity and simultaneous processing of the outer and inner surfaces of the natural material.*

---

\* Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП "Нанотехнологии и наноматериалы" ФГБОУ ВО "КНИТУ".



**Ключевые слова:** высокочастотная емкостная обработка, плазменная модификация, технологии производства кож, экологическая безопасность.

**Keywords:** high-frequency capacitive processing, plasma modification, leather production technologies, environmental safety.

### *Введение.*

Технологии производства натуральной кожи прошли многовековой путь эволюционного развития. В свою очередь каждый этап являлся актуальным для своего времени и соответствовал потребностям и уровню развития человечества. Рассмотрев исторические этапы развития кожевенной отрасли можно выделить следующие крупные технологические циклы:

- 1) производство сырицы (50 тысяч лет до н.э.);
- 2) производство сыромятной кожи (1 век до н.э.);
- 3) производство дубленой кожи;
- 4) производство кож с покрывным крашением.

Естественно, что каждый из этих циклов имел разную длительность и определялся социальными факторами развития общества и местами проживания. Проходили годы, менялись приоритеты, и к настоящему времени, натуральная кожа превратилась из просто "выделанной шкуры" в материал, который позволяет создавать уникальные по своим характеристикам изделия.

Ухудшение экологической обстановки заставило людей задуматься об огромном количестве токсичных веществ, применяемых при производстве кожи. В связи с этим в двадцатом веке пристальное внимание стало уделяться разработке экологически чистых технологий. Экологическая безопасность материала превратилась в своеобразный модный бренд. Многие мировые производители значительно сократили применение хромового дубления, вернувшись к растительному дублению, как более экологичному способу. Из обработки высококачественных кож стали исключать покрывное крашение, сохраняя природный внешний вид шкуры, включая прижизненные пороки (болячки, укусы и т.д.). Конечно, это не означает, что технология сде-

лала шаг назад. Появилось новое поколение специализированных химических материалов и высокотехнологичного оборудования, способных обеспечить быструю и качественную выделку и экологически безопасную отделку кожи.

Одним из таких способов является применение высокочастотной емкостной (ВЧЕ) плазмы пониженного давления в процессах производства кож различного назначения. Воздействие ВЧЕ-плазмы пониженного давления может применяться на различных технологических этапах (сырье, голье, полуфабрикат) и имеет комплексный характер (обеспечивает одновременную обработку внешней и внутренней поверхности материала). Данный фактор обуславливает актуальность применения плазменной обработки относительно кожевенных материалов, так как кожа представляет собой капиллярно-пористый материал и имеет большую внутреннюю поверхность.

Известно, что материал, помещенный в плазму, заряжается отрицательно относительно плазмы, что создает потенциальный барьер, препятствующий попаданию на поверхность электронов. Вследствие этого возле поверхности материала формируется двойной слой, в котором нарушается условие квазинейтральности. Двойной слой у поверхности тела образуется при любых условиях генерации плазмы [1]. Помимо этого в результате колебаний электронного газа относительно малоподвижных ионов в осциллирующем электрическом поле в ВЧЕ-плазме пониженного давления у поверхности материала образуется слой положительного заряда (СПЗ) толщиной  $\sim 10^{-3}$  м. Ионы плазмы, ускоряясь в электрическом поле СПЗ, приобретают дополнительную энергию до 100 эВ и формируют поток с плотностью ионного тока  $0,3...0,9$  А/м<sup>2</sup>. Ионы плазмы бомбардируют поверхность структурных элементов белков, входящих в состав кожевенного материала. Следует от-

метить, что энергии ионов (до 100эВ) достаточно для разрыва части невалентных связей, формирующих надмолекулярные структуры белка, что делает возможным их конформационные изменения [2], [3]. В целом процессами, ответственными за модификацию кожевенного материала в ВЧЕ-плазме пониженного давления являются бомбардировка ионами, рекомбинация ионов на поверхности и термическое воздействие [4].

#### Методы

Для установления закономерностей взаимодействия ВЧЕ-плазмы пониженного давления с кожевенными материалами в качестве объекта исследования выбран наиболее распространенный вид кожевенного сырья – шкуры крупного рогатого скота (КРС). Как говорилось выше, обработка ВЧЕ-плазмой пониженного давления может осуществляться в сырье, голье и полуфабрикате. В данной работе модификацию осуществляли перед отделочными процессами и операциями, то есть в полуфабрикате (краст). Для определения структурных изменений кожи использовали электронную микроскопию, а получение информации об изменении химического состава в слоях дермы велось методом ИК-спектрофотометрии.

Входные параметры плазменной установки варьировались в следующих пределах: напряжение на аноде ( $U_a$ ) 1...7,5 кВ; сила тока на аноде ( $I_a$ ) 0,1...0,8 А, рабочее давление в разрядной камере ( $P$ ) 13,3...26,6 Па; расход плазмообразующего газа ( $G$ ) 0,04...0,08 г/с; частота генератора ( $f$ ) 13,56 МГц, продолжительность обработки ( $t$ ) 60...600 с. В качестве плазмообразующего газа использовался аргон.

#### Результаты и обсуждение

Оптимальный режим ВЧЕ-плазменной модификации для кожевенного полуфабриката (краст) определяли с помощью программы Статистика 6.0 (рис. 1 – оптимизация режимов ВЧЕ-плазменной обработки кожевенного полуфабриката (краст) из шкур КРС (функция отклика – адгезия покрытия к коже,  $H/m^2$ ,  $P=26,6$  Па,  $G=0,04$  г/с)). Функцией отклика служил показатель адгезии покрытия к коже, так как именно данный показатель является критерием, определяющим качество покрывного крашения [5]. Анализ полученных данных показал, что наибольшей адгезией покрытия обладает кожа, модифицированная ВЧЕ-плазмой пониженного давления в режиме:  $U_a=2$  кВ,  $I_a=0,5$  А,  $P=26,6$  Па,  $G=0,04$  г/с,  $\tau=300$  с, плазмообразующий газ аргон.

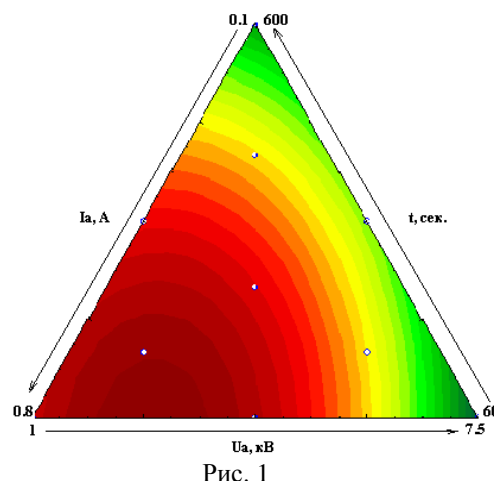


Рис. 1

В табл. 1 (влияние ВЧЕ-плазменной обработки на механические показатели кож из шкур КРС) приведены результаты измерения механических показателей кож из шкур КРС, прошедших плазменную обработку и контрольных образцов.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Контрольный образец	Опытный образец
Адгезия покрытия к коже, $H/m^2$	410	820
Напряжение при разрыве, МПа	19,78	22,27
Относительное удлинение, %	35	38

Из результатов, представленных в табл. 1 видно, что ВЧЕ-плазменная обработка позволяет увеличить адгезию покрытия к коже в 2 раза, повысить прочность

кожи на 12%, при одновременном увеличении относительного удлинения на 8%.

Кожа, являясь капиллярно-пористым материалом, способна поглощать и пропус-

кать пары воды (до 50...70%), что определяет ее гигиенические характеристики и подчеркивает явное преимущество в сравнении с другими материалами [6]. Именно количество пор в коже, их вид, размеры и расположение определяют величину влагопоглощения и влагоотдачи [7]. В связи с этим рассмотрено влияние ВЧЕ-плазмен-

ной обработки на пористость и гигиенические свойства кож (табл. 2). Кроме того, показатели объема пор и пористости находятся в прямой пропорциональной зависимости друг от друга, так как увеличение пористости приводит к неизбежному увеличению объема пор материала.

Т а б л и ц а 2

Показатели	Контрольный образец	Опытный образец
Гигроскопичность, %	10,42	15,98
Влагоотдача, %	13,32	14,26
Объем пор, мл	1,01	1,31
Пористость, %	34,8	46,8

Как видно из данных, представленных в табл. 2, ВЧЕ-плазменная обработка кож с покрытием из шкур КРС позволяет: увеличить гигроскопичность на 53%, влагоотдачу – на 7%, повысить объем пор и пористость на 30 и 34% соответственно.

после плазменной обработки (кратность увеличения в 500 раз). Микроснимки наглядно демонстрируют морфологические изменения структурной организации кожи с покрытием из шкур КРС в результате воздействия ВЧЕ-плазмы, характеризующейся перераспределением пористой структуры дермы и повышением ее однородности.

Характерной особенностью данного вида обработки является отсутствие каких-либо изменений химического состава образцов, что подтверждается данными инфракрасной (ИК) Фурье спектроскопии (рис. 3 – ИК-Фурье спектры поверхности кожи КРС контрольного (1) и обработанного (2) образца в обл. 1800...600 см<sup>-1</sup>). Сравнение ИК-спектров контрольного и опытного образцов показало их идентичность.

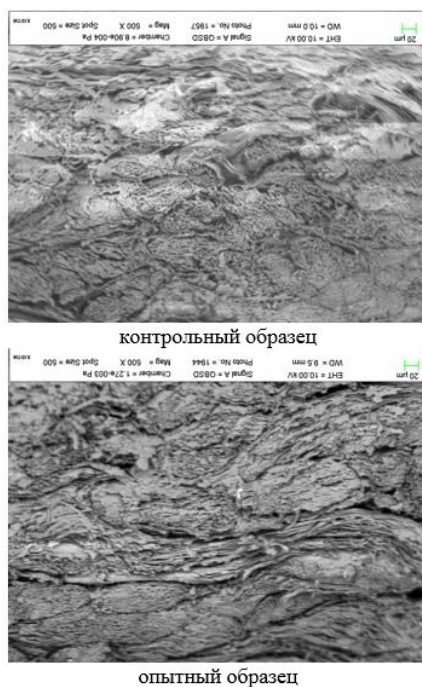


Рис. 2

Подобные изменения под воздействием ВЧЕ-плазменной обработки возможны лишь в результате структурных изменений дермы. Для наглядности изменений в структуре кожевенного материала образцы исследовались методом электронной микроскопии. На рис. 2 представлены срезы образцов кожи с покрытием из шкур КРС до и

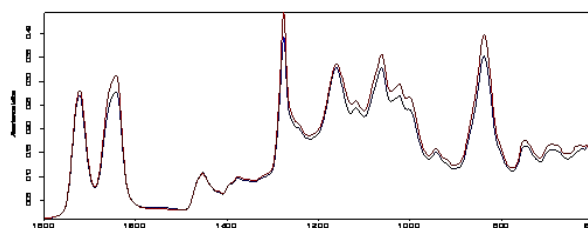


Рис. 3

## В Ы В О Д Ы

Высокочастотная емкостная плазменная обработка полуфабриката (краст) из шкур КРС позволяет значительно улучшить физико-механические и гигиенические свойства готовых кож с покрытием без приме-

нения дополнительных химических материалов, лишь за счет изменений морфологической структуры материала, что бесспорно является инновационной технологией получения кож высокого качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллин И.Ш. Модификация нанослоев в высокочастотной плазме пониженного давления. – Казань: Изд-во Казан.гос.технол. ун-та, 2007.
2. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Красина И.В. Высокочастотная плазменная обработка в динамическом вакууме капиллярно-пористых материалов. Теория и практика применения. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2004.
3. Абуталипова Л.Н. Физические основы взаимодействия неравновесной низкотемпературной плазмы с капиллярно-пористыми полимерными материалами легкой промышленности. – Казань, 1997.
4. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашапов Н.Ф. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. – Казань: Изд. Казанск. ун-та, 2000.
5. Strobel Eds.M., Lyons C.S., Mittal K.L. Plasma Surface Modification of Polymers. Relevance to Adhesion. –The Netherlands: VSP BV, 1984. P. 57.
6. Дубиновский М.З., Чистякова Н.В. Технология кожи. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
7. Химия и технология кожи и меха / И.П. Страхов и др. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

УДК 677.027.524.111.1

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_196

## СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕКСТИЛЯ

## MODERN ACHIEVEMENTS IN THE FIELD OF APPLICATION OF WATER DISPERSIONS OF ACRYLIC POLYMERS IN THE PRODUCTION OF TEXTILE

*Е.Б. САНЖЕЕВА, О.И. ОДИНЦОВА, О.В. КОЗЛОВА*

*E.B. SANZHEEVA, O.I. ODINTCOVA, O.V. KOZLOVA*

(ООО "БТК Текстиль",  
Ивановский государственный химико-технологический университет)

(LLC "BTK Textile",  
Ivanovo State University of Chemical Technology)

E-mail: ovk-56@mail.ru

*Представлен обзор современного состояния и перспективы использования водных дисперсий полимеров в технологиях отделки текстильных материалов (ТМ). Особое внимание уделено технологиям, связанным с форми-*

#### REFERENCES

1. Abdullin I.Sh. Modifikatsiya nanosloev v vysokochastotnoy plazme ponizhennogo davleniya. – Kazan': Izd-vo Kazan.gos.tekhnol. un-ta, 2007.
2. Abdullin I.Sh., Zheltukhin V.S., Krasina I.V. Vysokochastotnaya plazmennaya obrabotka v dinamicheskom vakuume kapillyarno-poristykh materialov. Teoriya i praktika primeneniya. – Kazan': Izd-vo Kazan. un-ta, 2004.
3. Abutalipova L.N. Fizicheskie osnovy vzaimodeystviya neravnovesnoy nizkotemperaturnoy plazmy s kapillyarno-poristymi polimernymi materialami legkoy promyshlennosti. – Kazan', 1997.
4. Abdullin I.Sh., Zheltukhin V.S., Kashapov N.F. Vysokochastotnaya plazmenno-struynaya obrabotka materialov pri ponizhennykh davleniyakh. Teoriya i praktika primeneniya. – Kazan': Izd. Kazansk. un-ta, 2000.
5. Strobel Eds.M., Lyons C.S., Mittal K.L. Plasma Surface Modification of Polymers. Relevance to Adhesion. –The Netherlands: VSP BV, 1984. R. 57.
6. Dubinovskiy M.Z., Chistyakova N.V. Tekhnologiya kozhi. – M.: Legprombytizdat, 1991.
7. Khimiya i tekhnologiya kozhi i mekha / I.P. Strakhov i dr. – M.: Legprombytizdat, 1985.

Рекомендована кафедрой плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов. Поступила 10.01.22.

*рованием на ТМ полимерных покрытий с функциональными свойствами, такими как свето- и воздухо- непроницаемые, паропроницаемые, покрытий, улучшающих колористические свойства цифровой и сублимационной печати, а также создающих эффекты световозвращения и ИК-ремиссии.*

*An overview of the current state and prospects of using aqueous polymer dispersions in finishing technologies for textile materials (TM) is presented. Special attention is paid to the technologies associated with the formation of polymer coatings on TM with functional properties, such as light and airtight, vapor-permeable, improving the color properties of digital and sublimation printing; creation of effects of retroreflection and IR remission.*

**Ключевые слова:** водные дисперсии, полимеры, технологии отделки, текстильные материалы, полимерные покрытия, функциональные свойства, цифровая и сублимационная печать.

**Keywords:** water dispersions, polymers, finishing technologies, textile materials, polymer coatings, functional properties, digital and sublimation printing.

Разработкой и изучением теоретических основ применения водных дисперсий полимеров различной природы при производстве текстиля с функциональными свойствами занимаются многие известные научные школы как зарубежные [1...8], так и российские [9...26].

Последнее десятилетие, благодаря успехам полимерной химии, ряд отечественных компаний, поставляющих дисперсии акриловых и уретановых полимеров в лакокрасочную, полиграфическую и другие промышленности, успешно начали производить водные дисперсии полимеров для легкой и текстильной промышленности. Появилась возможность создания огромного ассортимента полимеров, имеющих в своем составе разнообразные функциональные группы, способные придать текстильным материалам комплекс улучшенных специальных свойств.

Большую долю выпускаемых полимеров для отделки ТМ занимают препараты для текстильной пигментной печати. Это так называемые пленкообразующие связующие, которые входят в состав пигментной композиции и служат "цементирующим" и закрепляющим на ткани пигмент компонентом. [9]. Немалый объем поставляемой полимерной продукции пришелся на связующие для пигментного крашения, а также препараты для заключительной отделки. В

этой области преуспевают такие российские предприятия, как ООО "Сван", ООО "Оргхимпром" и ООО "Акрохимак" (г. Дзержинск Нижегородской области), ОАО "Пигмент" (г. Тамбов) и др.

Отличительные особенности связующих для пигментного колорирования текстильных материалов в сравнении с лакокрасочными полимерами связаны с температурными условиями формирования пленки, а именно с условиями нанесения печатной краски, сушки (60...80°C) и термофиксации (130...170°C) полимерного покрытия на ТМ на печатном оборудовании типа Stork, Zimmer, Elitex и др.. Поэтому при разработке связующих для пигментной печати учтены эти особые требования, которые способствуют получению и хороших прочностей окрасок к физико-химическим и эксплуатационным воздействиям, и позволяют решить проблемы "забивания" сетки шаблонов и нестабильности реологических свойств красок. Отечественные препараты вышеназванных компаний: лакротен, ларус-21э, рузин-14и, эмультекс, дистекс и др. в настоящее время используются в качестве связующих в пигментной текстильной печати [9], [10] и успешно составляют конкуренцию зарубежным биндерам.

При крашении ТМ пигментами также используются полимеры-связующие, и

функция их аналогична пигментной печати [11], [12]. Однако авторами также отмечено, что при колорировании трудноокрашиваемых параарамидных тканей пигментами одних связующих недостаточно, как это можно осуществить для тканей бытового назначения, и красильная композиция для обеспечения прочного крашения должна включать дополнительно сшивающее вещество и минеральный наполнитель. При этом показано, что поверхностное нанесение красильной композиции на ткань рапельным методом в отличие от пропитки позволяет более интенсивно и прочно окрасить ТМ.

Немалая роль отводится препаратам для заключительной отделки, без которых практически ни одна аппретирующая композиция не обходится. Из всех видов заключительной отделки наиболее распространенными в последнее время, особенно для тканей бытового назначения, и эффективными, не требующими сложного оборудования, являются те, в которых применяются готовые продукты на основе полиакрилатов, их сополимеров со стиролом, бутилацетатом, акриламидом и др. Как правило, такие вещества применяются к качеству основных или вспомогательных компонентов аппрета для заключительной отделки ТМ.

Разработано несколько технологических решений в соответствии с назначением ткани и свойствами, которые необходимо получить:

- хлопкосодержащим тканям с отделкой "МА", для придания им устойчивого наполненного мягкого грифа [13];

- хлопчатобумажным и смесовым тканям с малосминаемой отделкой с целью снижения концентраций основного сшивающего препарата и потерь прочности ткани на разрыв [14];

- хлопчатобумажным тканям тиковой подгруппы для придания свойств воздухо- непроницаемости [15];

- полиамидным материалам для придания формоустойчивой отделки при эксплуатации их в среде с высокой влажностью [16].

Кроме того, акриловые полимеры с успехом могут заменить зарубежные ана-

логи при воспроизведении технологий получения ряда специальных эффектов на ткани, таких как эффект световозвращения и ИК-ремиссии. Использование метакрилового сополимера Рузина-14и как полимерную основу для закрепления на ТМ стекло-микрошариков (СМШ) размером 30...60 мкм формируется прочное к условиям эксплуатации и химчисткам покрытие со световозвращающими свойствами, практически не уступающие по качеству известным зарубежным аналогам [17]. Определены оптимальные количества СМШ в полимерной матрице: количество их на единицу площади и глубина погружения СМШ в полимер. Показано, что удельные расходы стеклонаполнителя на единицу площади ТМ должны обеспечивать 80...90%-ное укрытие поверхности ткани (рис.1 – вид полученного световозвращающего материала под микроскопом).



Рис. 1

Необходимой степени погружения шариков в полимер, обеспечивающей эффективное световозвращение, достигали варьированием концентрации полимера в загущенной водно-полимерной композиции и температурно-временными параметрами термообработки для формирования прочного световозвращающего покрытия.

При использовании стиролакрилового сополимера Ларус-21из в качестве поверхностного модификатора напечатанных под камуфляж текстильных материалов и при наличии в составе полимерной композиции минерального ахроматического пигмента (черного) в определенных концентрациях рисунки приобретают эффект ИК-ремиссии

[18]. Изучение этого эффекта проводили совместно с ведущими специалистами крупнейшего российского предприятия "БТК Текстиль" с использованием спектрофотометра Lambda с приставкой (150мм Интегрирующая сфера), позволяющей оценить отражение в спектральном рабочем диапазоне 250...900 нм.

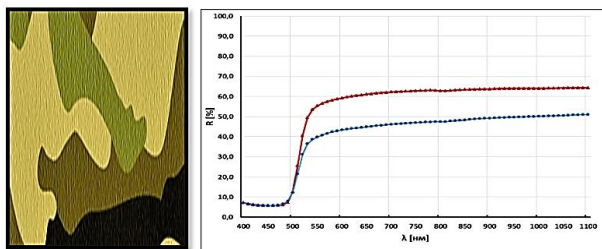


Рис. 2

На рис. 2 (вид камуфлированного рисунка (слева) и спектральные характеристики желтого пятна: верхняя кривая – исходная окраска; нижняя – с модификацией пигментно-полимерной композицией) на примере желтого пятна камуфлированного рисунка, поверхностно модифицированного полимерной композицией, наглядно продемонстрирован эффект снижения отражения окраски в ближней ИК-области спектра (нижняя кривая) в сравнении с немодифицированным образцом (верхняя кривая). Это снижение составляет 14 %. Расширенные спектральные исследования позволили авторам получить допустимые диапазоны концентрационных добавок принтекса черного в модифицирующую полимерную композицию. Актуальность решения этой задачи очевидна и полученные результаты имеют большое практическое значение.

Описанные выше технологии, созданные группой ученых на кафедре ХТВМ, объединены глубоким анализом и систематизацией знаний в области теории и практики применения полимеров отечественных производителей в отделке текстиля. Придаваемые текстильным материалам функциональные свойства требуют в каждом конкретном случае свои особые условия для реализации: вид и химический состав сополимеров; дополнительные реагенты (наполнители, сшивающие вещества, катализаторы, смягчители и др.); параметры

технологического процесса; приемы нанесения полимерных композиций на ткань и др.

В настоящее время результаты проведенных исследований легли в основу стройной теоретической, проверенной на практике, системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Textile Finishing. / Edited by Derek Heywood. – Society of Dyers and Colourists, 2003
2. Encyclopedia of Textile Finishing. / Hans-Karl Rouette. – Springer Verlag, 2001
3. Базоли К. Система пигментной печати на текстильных материалах фирмы "3V Sigma" // Текстильная химия. – 1996, № 1 (8). Спец. вып. РСХТК. С. 22...28.
4. Агстер Х. Пигментная печать и экология. Мягкая химия: мечта и реальность / Агстер Х. // Текстильная химия. – 1996, № 1 (8). Спец. вып. РСХТК. С.13...19
5. DeBiase J., La Croce S., Landolt R. Compatibility of PMW coatings with assembly processes // Electronic Packaging and Production. February. – 1996. P.42.
6. Melchior M., Sonntag M. Recent developments in aqueous two-component polyurethane (2K-PUR) coatings // Progress in Org. Coat. – 2000. V. 40. P. 99.
7. Mondal S., Hu J.L. Water vapor permeability of cotton fabrics coated with shape memory polyurethane // Carbohydrate Polymers. – Vol. 88, Is. 1, 15 November 2004. P. 212...216.
8. Wanga Z.F., Wanga B., Qia N., Ding B.J., Hub L. Free volume and water vapor permeability properties in polyurethane membranes studied by positrons // Materials Chemistry and Physics. – Vol. 67, Is. 3, 1 February 2007. P. 282...287.
9. Заводчикова А.А., Сафонов В.В., Иванов В.В. Печатные УФ-краски на основе нанопигментов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №2. С.48...52.
10. Заводчикова А.А., Сафонов В.В., Иванов В.В. Нанопигменты на основе смесей красителей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №4. С.82...85.
11. Меленчук Е.В., Захарченко А.С., Козлова О.В. Технология крашения текстильных материалов пигментами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 7. С. 37...40.
12. Меленчук Е.В., Козлова О.В., Алешина А.А. Использование дисперсий акриловых полимеров при печати тканей пигментами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С.13...20.
13. Патент на изобретение RU 2480548 С2, 27.04.2013. Заявка № 2011132751/05 от 03.08.2011. Захарченко А.С., Козлова О.В. Бесформальдегидный состав для заключительной отделки целлюлозо-содержащих текстильных материалов.

14. Метелева О.В., Веселов В.В. Роль химии в процессах изготовления швейных изделий // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2002, т. XLVI, № 1. С. 121...132.

15. Тихонова Н.В., Леонова Е.В., Андреева А.А., Бондарева Н.А. Проектирование одежды для рыболовов из водо- и воздухопроницаемых материалов // Вестник технологического университета. – 2017. Т.20, №4. С.77...80.

16. Блиничева И.Б., Мизеровский Л.Н., Шарнина Л.В. Физика и химия волокнообразующих полимеров / Под ред. Б.Н. Мельникова. – Иваново: ИГХТУ, 2005.

17. Покровская Е.П., Метелева О.В., Козлова О.В. Обеспечение повышенной видимости детской одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С. 115...118.

18. Зимнуров А.Р., Козлова О.В., Одицова О.И. Современное состояние и перспективы развития технологии получения текстиля с ИК-ремиссией // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2020, № 4. С. 40...44.

## REFERENCES

1. Textile Finishing. / Edited by Derek Heywood. – Society of Dyers and Colourists, 2003

2. Encyclopedia of Textile Finishing. / Hans-Karl Rouette. – Springer Verlag, 2001

3. Bazoli K. Sistema pigmentnoy pechati na tekstil'nykh materialakh firmy "3V Sigma" // Tekstil'naya khimiya. – 1996, № 1 (8). Spets. vyp. RSKhTK. S. 22...28.

4. Agster Kh. Pigmentnaya pechat' i ekologiya. Myagkaya khimiya: mehta i real'nost' / Agster Kh. // Tekstil'naya khimiya. – 1996, № 1 (8). Spets. vyp. RSKhTK. S.13...19

5. DeBiase J., La Croce S., Landolt R. Compatibility of PMW soatings with assembly processes // Electronic Packaging and Production. February. – 1996. R.42.

6. Melchior M., Sonntag M. Recent developments in aqueous two-component polyurethane (2K-PUR) coatings // Progress in Org. Coat. – 2000. V. 40. R. 99.

7. Mondal S., Hu J.L. Water vapor permeability of cotton fabrics coated with shape memory polyurethane // Carbohydrate Polymers. – Vol. 88, Is. 1, 15 November 2004. P. 212...216.

8. Wanga Z.F., Wanga B., Qia N., Ding B.J., Hub L. Free volume and water vapor permeability properties

in polyurethane membranes studied by positrons // Materials Chemistry and Physics. – Vol. 67, Is. 3, 1 February 2007. P. 282...287.

9. Zavodchikova A.A., Safonov V.V., Ivanov V.B. Pechatnye UF-kraski na osnove nanopigmentov // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, №2. S.48...52.

10. Zavodchikova A.A., Safonov V.V., Ivanov V.B. Nanopigmenty na osnove smesey krasiteley // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2011, №4. S.82...85.

11. Melenchuk E.V., Zakharchenko A.S., Kozlova O.V. Tekhnologiya krasheniya tekstil'nykh materialov pigmentami // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2010, № 7. S. 37...40.

12. Melenchuk E.V., Kozlova O.V., Aleshina A.A. Ispol'zovanie dispersiy akrilovykh polimerov pri pechati tkaney pigmentami // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2011, № 1. S.13...20.

13. Patent na izobretenie RU 2480548 C2, 27.04.2013. Zayavka № 2011132751/05 ot 03.08.2011. Zakharchenko A.S., Kozlova O.V. Besformal'degidnyy sostav dlya zaklyuchitel'noy otdelki tsellyulozoderzhashchikh tekstil'nykh materialov.

14. Meteleva O.V., Veselov V.V. Rol' khimii v protsessakh izgotovleniya shveynykh izdeliy // Ros. khim. zh. (Zh. Ros. khim. ob-va im. D.I. Mendeleeva). – 2002, t. XLVI, № 1. S. 121...132.

15. Tikhonova N.V., Leonova E.V., Andreeva A.A., Bondareva N.A. Proektirovanie odezhdyy dlya rybolovov iz vodo- i vozdukhonepronitsaemykh materialov // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2017. T.20, №4. S.77...80.

16. Blinicheva I.B., Mizerovskiy L.N., Sharnina L.V. Fizika i khimiya voloknoobrazuyushchikh polimerov / Pod red. B.N. Mel'nikova. – Ivanovo: IGKhTU, 2005.

17. Pokrovskaya E.P., Meteleva O.V., Kozlova O.V. Obespechenie povyshennoy vidimosti detskoy odezhdyy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, № 2. S. 115...118.

18. Zimnurov A.R., Kozlova O.V., Odintsova O.I. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya tekhnologii polucheniya tekstilya s IK-remissiey // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2020, № 4. S. 40...44.

Статья опубликована по материалам Смартекс. Поступила 15.10.21.



**МЕТОДЫ НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ  
КОЛЛОИДНЫМ РАСТВОРОМ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА  
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ**

**METHODS OF NANOMODIFICATION  
OF SILVER NANOPARTICLES WITH COLLOIDAL SOLUTION  
OF TEXTILE MATERIALS FOR SPECIAL CLOTHING**

*B.B. ХАММАТОВА, Р.Ф. ГАЙНУТДИНОВ*

*V.V. KHAMMATOVA, R.F. GAINUTDINOV*

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technological University)

E-mail: venerabb@mail.ru

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой наномодифицированных текстильных материалов для одежды специального назначения на основе применения неравновесной низкотемпературной плазмы и пропитки коллоидным раствором наночастиц серебра, что приводит к подавлению роста патогенных микроорганизмов в пододежном пространстве, уменьшению неприятного запаха. Это позволяет использовать изделие без стирки более длительный промежуток времени, так как его загрязнение влаговыделениями кожного покрова человеческого тела происходит медленнее. При оценке антибактериальных свойств текстильных материалов установлена сохранность этого эффекта с течением времени. При химической модификации текстильных волокон препаратами коллоидного серебра недостатками метода являются его нестабильность и быстрая вымываемость серебра из ткани. В данной работе закрепление частиц серебра на поверхности ткани производилось с помощью плазменной обработки, что не привело к изменению химического состава и структурных характеристик наномодифицированных текстильных материалов.*

*The article discusses issues related to the development of nanomodified textile materials for special-purpose clothing based on the use of nonequilibrium low-temperature plasma and impregnation with a colloidal solution of silver nanoparticles, which leads to the suppression of the growth of pathogenic microorganisms in the underbody space, reducing unpleasant odors. This allows you to use the product without washing for a longer period of time, since its contamination by moisture secretions of the skin of the human body occurs more slowly. When assessing the antibacterial properties of textile materials, the preservation of this effect over time has been established. When chemically modifying textile fibers with colloidal silver preparations, the disadvantages of the method are its instability and the rapid leaching of silver from the fabric. In this work, silver particles were fixed on the fabric surface using plasma treatment, which did not lead to a change in the chemical composition and structural characteristics of nanomodified textile materials.*

**Ключевые слова:** плазма, наночастицы серебра, коллоидный раствор, наномодификация, текстильный материал, специальная одежда, стирка, микроскопические исследования, структура.

**Keywords: plasma, silver nanoparticles, colloidal solution, nanomodification, textile material, special clothing, washing, microscopic studies, structure.**

В настоящее время среди технических текстильных материалов выделился особый весьма перспективный вид, создание которого связано с развитием нано- и биотехнологий и использованием последних достижений физики и химии. Это так называемый функционально активный текстиль, каждый конкретный вариант которого разрабатывается в соответствии с определенным назначением. Именно назначение и определяет, какие модифицирующие компоненты используются для придания текстилю тех или иных свойств.

Особенно актуально создание таких материалов в нынешних условиях, когда резкое падение текстильного производства в условиях ужесточения конкуренции настойчиво подталкивает отечественных производителей к кардинальному пересмотру ассортимента ряда изделий, завоеванию новых сегментов рынка за счет расширения выпуска изделий, востребованных потребителем. Среди наиболее известных следует отметить антимикробные и антигрибковые изделия. Подавление роста патогенных микроорганизмов в пододежном пространстве приводит к уменьшению неприятного запаха, что позволяет использовать изделие без стирки более длительный промежуток времени, так как его загрязнение влаговыделениями кожного покрова человеческого тела происходит медленнее.

Для реализации этих проблем в современном мире быстро развиваются нанотехнологии, которое характеризуются изменением морфологии натуральных волокнистых материалов наноразмерными частицами металлов (1...50 Нм) [1]. Среди значительного числа препаратов, использующихся (или рекомендованных к применению) для создания антимикробных, бактерицидных, фунгицидных текстильных материалов, в последнее время в качестве наиболее перспективных, рассматриваются металлы, а именно серебро, медь, золото, платина, олово, свинец, ртуть в различных формах: растворы солей, комплексные со-

единения металлов с органическими лигандами, коллоидные растворы наноразмерных частиц металлов и др.

В наноразмерном состоянии большинство веществ приобретают новые свойства и становятся крайне активными в биологическом отношении. Наиболее перспективны наноматериалы, отвечающие таким основным требованиям, как биосовместимость и программируют позитивное действие на биологический объект. В числе наноматериалов, которые производятся в настоящее время промышленностью, особое внимание привлекают препараты наночастиц серебра и других драгоценных металлов, обладающие антибактериальными свойствами [2].

В качестве наномодифицирующего агента в данной работе выбрано наносеребро. Этот выбор основан на его полифункциональности, обусловленной тем, что, помимо известной для других наполнителей способности влиять на физико-механические, изолирующие и другие эксплуатационные характеристики текстильных и кожаных материалов, кроме того, наноразмерные частицы серебра обладают высокими антибактериальными свойствами [3].

В последние годы в науке XXI века при модифицировании тканей все больше внимание уделяется коллоидному раствору наночастиц серебра, так как возрастает необходимость создания материалов с новыми и улучшенными характеристиками без применения методов химического синтеза. Это обусловлено, прежде всего, широким спектром возможностей их практического применения, в которых используются специфические свойства как самих наночастиц серебра, так и наномодифицированных ими материалов.

В готовом виде коллоидного раствора наночастиц серебра не существует, необходимо его синтезировать по стандартной методике. Синтез наночастиц серебра, обладающих уникальным сочетанием оптических, антибактериальных, каталитических свойств, в настоящее время относится к активно развивающимся направлениям кол-

лоидной химии. Поэтому в лаборатории Центра коллективного пользования ФГБОУ ВО "КНИТУ" стали получать коллоидный раствор наночастиц серебра различной концентрации.

Для осуществления эффективной пропитки антибактериальным препаратом текстильных материалов проводится обработка материалов в неравновесной низкотемпературной плазме (ННП) пониженного давления. Обработка в ННП пониженного давления является эффективным методом изменения поверхностных свойств текстильных материалов и волокон, что показано во многих исследованиях [4].

Цель плазменной обработки заключается в активации поверхности текстильных материалов, что в дальнейшем благоприятно влияет на впитывающую способность ткани. Для установления закономерностей воздействия ННП пониженного давления на образцы текстильных материалов изменяются входные параметры установки в следующих пределах: мощность разряда от 0,6 до 2,2 кВт, время обработки от 60 до 600 секунд, расход плазмообразующего газа от 0 до 0,2 г/с и давление в рабочей камере от 13,3 до 533 Па. В качестве плазмообразующего газа используются аргон и воздух, а также смеси газов аргон и азот в соотношении 70% : 30% соответственно [5].

Для придания антибактериальных свойств текстильным материалам проводится их модификация путем пропитки активированных материалов водным коллоидным раствором наночастиц серебра, с концентрацией по металлу ~ 10 мг/мл. Для исследований применяются коллоидные растворы с концентрацией наночастиц серебра 0,1 г/л; 0,2 г/л; 0,3 г/л. Раствор необходимой концентрации получается путем разбавления исходного коллоидного раствора наночастиц серебра, полученного ранее, дистиллированной водой (ГОСТ6709–72).

Пропитка текстильных материалов осуществляется посредством полного помещения каждой пробы в раствор антибактериального препарата. Время пропитывания варьируется в диапазоне 5, 10, 15 минут, температура раствора поддерживается 20...24°C. После пропитки образцы матери-

ала извлекаются из раствора серебра и просушиваются в подвешенном состоянии без прямого попадания солнечных лучей до полного высыхания при температуре воздуха 22...26°C.

*Методика исследования экспериментальных образцов*

После плазменной обработки и пропитывания текстильных материалов наночастицами серебра проводятся экспериментальные исследования полученных свойств.

При оценке антибактериальных свойств текстильных материалов важно учитывать сохранность этого эффекта с течением времени. При химической модификации текстильных волокон препаратами коллоидного серебра недостатками метода являются его нестабильность и быстрая вымываемость серебра из ткани. В данной работе закрепление частиц серебра на поверхности ткани производилось с помощью плазменной обработки.

Влияние этой обработки на прочность закрепления наночастиц серебра в поверхностном слое материалов, пропитанных раствором наночастиц серебра, исследовалось путем определения количества содержащегося в образце серебра до и после 5 циклов промывки. Данная операция имитировала циклы стирки в обычных условиях эксплуатации изделия. Промывка образцов производилась в течение 20 мин в среде дистиллированной воды, водопроводной воды, а также водопроводной воды с добавлением ПАВ при температуре воды 40°C. Количество промывок составляло от 1 до 5. После каждого цикла промывки образцы высушивали при комнатных условиях, избегая прямого попадания солнечных лучей.

Предлагаемые в работе методы микробиологического исследования заимствованы из стандартных методов исследования стерильности биологических объектов, которые описаны при исследовании материалов [6].

Химический состав и структурные характеристики наномодифицированных текстильных материалов после стирок оценивались с помощью методов инфракрасной (ИК) спектроскопии, а также микроскопии

ческих исследований поверхности образцов до и после наномодификации.

С целью исследования изменения химического состава текстильных материалов контрольных и наномодифицированных образцов спектры поглощения снимались на инфракрасном Фурье-спектрометре ФСМ 1202 ООО "Инфраспек" с погрешностью определения волновых чисел  $\pm 0,1 \text{ см}^{-1}$ . Спектры пропускания снимались с использованием приставки МНПВО с алмазным кристаллом в диапазоне  $650...4000 \text{ см}^{-1}$ , разрешение  $0,5 \text{ см}^{-1}$ , скорость сканирования 10 КГц. К числу основных преимуществ ИК-Фурье спектрометров ФСМ можно отнести высокую чувствительность, которая позволяла регистрировать предельно низкие концентрации, а также малые количества вещества.

Результаты ИК-спектроскопии экспериментальных образцов ткани "Премьер Комфорт 250А" артикул 18422 а/х-М, наномодифицированных коллоидным раствором наночастицами серебра, представлены на рис. 1 (ИК-спектры лабораторных образцов ткани "Премьер Комфорт 250А" артикул 18422 а/х-М. Режим обработки:  $W_p=1,4 \text{ кВт}$ ;  $P= 24-26 \text{ Па}$ , плазмообразующий газ аргон, где 1– контрольный образец; 2– образец, обработанный в ННП и наномодифицированный наночастицами серебра (время пропитки 5 мин, концентрация серебра 0,2%).).

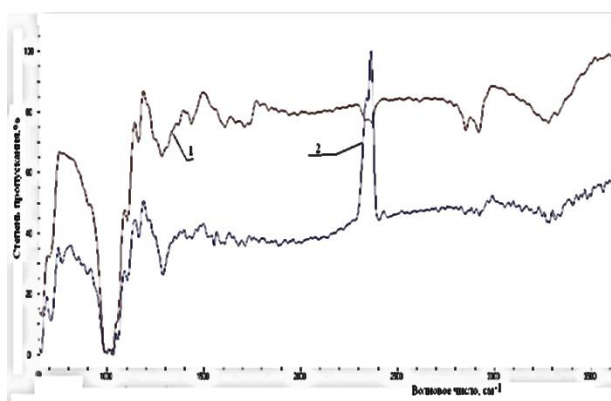
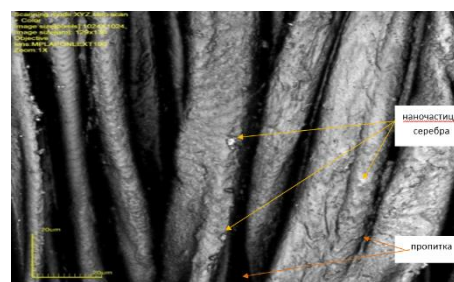


Рис. 1

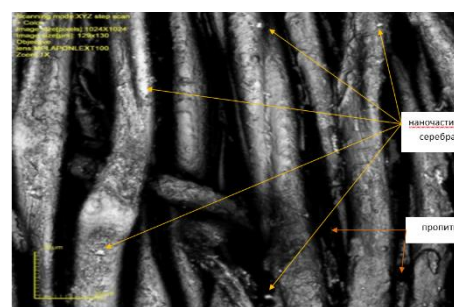
На полученных ИК-Фурье спектрах наномодифицированных образцов ткани ННП пониженного давления и наночастицами серебра в контрольных образцах су-

щественных изменений не наблюдается, что свидетельствует об отсутствии химических изменений в структуре ткани.

Для исследования структуры и поверхностных изменений текстильных материалов использовался конфокальный лазерный сканирующий микроскоп Olympus OLS LEXT 4000. Общий диапазон увеличений составляет от 50 до 17280 крат и зависит от используемых объективов. Разрешение по горизонтали до 120 нм, по вертикали до 10 нм. Микрофотографии экспериментального образца расшлихтованной ткани с пропиткой "Премьер Комфорт 250А" артикул 18422 а/х-М с наночастицами Ag представлены на рис. 2 (микрофотографии экспериментального образца расшлихтованной ткани с пропиткой "Премьер Комфорт 250А" артикул 18422 а/х-М с наночастицами Ag: а) – контрольный образец  $\times 2138$ , б) – наномодифицированный образец  $\times 2138$ ).



а)



б)

Рис. 2

Равномерность распределения наночастиц серебра на поверхности материалов после стирки, исследовалась методом сканирующей электронной микроскопии, где пространственное разрешение составляло 2138 нм. Кроме того, уникальная сканиру-

щая система (scanner-on-scanner) с технологией "двойная пиноль" позволяла измерять образцы с наклоном до 85°.

## ВЫВОДЫ

При получении антибактериальных текстильных материалов важной задачей являлось сокращение длительности наномодифицирования технических материалов для специальной одежды и повышение устойчивости антимикробного эффекта к влажно-тепловым обработкам. Такие материалы должны обладать высокой антимикробной активностью, блокировать функцию размножения микробов, но в то же время они не должны подавлять работу иммунной системы человека.

Полученные текстильные материалы для специальной одежды на основе применения метода наномодифицирования ННП пониженного давления и коллоидного раствора наночастиц серебра показали, что они способны сохранять антимикробный эффект, так как в течение длительного времени стирок частицы коллоидного раствора наночастиц сохраняются как в контрольных образцах, так и наномодифицированных образцах. Но в наномодифицированных образцах их количество наблюдается в 3 раза больше.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Деметьева О.В., Филиппенко М.А., Карцева М.Е., Рудой В.М. Наночастицы золота и серебра и наноструктуры на их основе. Синтез, свойства и перспективы применения в медицине // Альманах клинической медицины. – 2008. Т. 17. С. 317...320.
2. Петрицкая Е.Н., Абаева Л.Ф., Рогаткин Д.А., Литвинова К.С., Бобров М.А. К вопросу о токсичности наночастиц серебра при пероральном введении коллоидного раствора // Альманах клинической медицины. – 2011, № 25. С. 9...12.
3. Хамматова В.В., Разумеев К.Э., Абдуллин И.Ш. Разработка инновационных технологий производства многофункциональных натуральных материалов с управляемой микроструктурой. – Казань: Изд – во КНИТУ, 2015.

4. Тимошина Ю.А. Разработка трикотажных и нетканых волокнистых материалов с антибактериальными свойствами: Дис...канд. техн. наук. – Казань, 2014.

5. Хамматова Э.А., Гайнутдинов Р.Ф., Хамматова В.В., Матвеев Ю.Н., Васильева А.К. Совершенствование технологии промышленного производства конкурентоспособных материалов нового поколения. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017.

6. Пат. 2496808 РФ, МПК C08L5/00Биополимерная композиция для обработки мехового полуфабриката /Ю.В. Илькович, Г.Ф. Есина, В.С. Линева и др.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет дизайна и технологии". -№2012107834/05, заявлено 02.03.2012, опубликовано 27.10.2013.

## REFERENCES

1. Dement'eva O.V., Filippenko M.A., Kartseva M.E., Rudoy V.M. Nanochastitsy zolota i serebra i nanostruktury na ikh osnove. Sintez, svoystva i perspektivy primeneniya v meditsine //Al'manakh klinicheskoy meditsiny. – 2008. T. 17. S. 317...320.
2. Petritskaya E.N., Abaeva L.F., Rogatkin D.A., Litvinova K.S., Bobrov M.A. K voprosu o toksichnosti nanochastits serebra pri peroral'nom vvedenii kolloidnogo rastvora // Al'manakh klinicheskoy meditsiny. – 2011, № 25. S. 9...12.
3. Khammatova V.V., Razumeev K.E., Abdullin I.Sh. Razrabotka innovatsionnykh tekhnologiy proizvodstva mnogofunktsional'nykh natural'nykh materialov s upravlyаемой mikrostrukturoy. – Kazan': Izd – vo KNI TU, 2015.
4. Timoshina Yu.A. Razrabotka trikotazhnykh i netkanykh voloknistykh materialov s antibakterial'nymi svoystvami: Dis...kand. tekhn. nauk. – Kazan', 2014.
5. Khammatova E.A., Gaynutdinov R.F., Khammatova V.V., Matveev Yu.N., Vasil'eva A.K. Sovershenstvovanie tekhnologii promyshlennogo proizvodstva konkurentosposobnykh materialov novogo pokoleniya. – Kazan': Izd-vo KNI TU, 2017.
6. Pat. 2496808 RF, MPK C08L5/00Biopolimernaya kompozitsiya dlya obrabotki mekhovogo polufabrikata /Yu.V. Il'kovich, G.F. Esina, V.S. Lineva i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskiy gosudarstvennyy universitet dizayna i tekhnologii". - №2012107834/05, zayavleno 02.03.2012, opublikovano 27.10.2013.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 19.11.21.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА КОЖИ И МЕХА

### APPLICATION OF ELECTROCHEMICALLY ACTIVATED SOLUTIONS IN TECHNOLOGICAL PROCESSES OF LEATHER AND FUR PRODUCTION

*Н.Г. ЕВТЕЕВА, О.В. ДОРМИДОНТОВА, А.С. ОКУТИН, О.А. БЕЛИЦКАЯ*

*N.G. EVTEEVA, O.V. DORMIDONTOVA, A.S. OKUTIN, O.A. BELITSKAYA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: natali-96.09@yandex.ru; dormidontova-ov@rguk.ru;  
okutin-as@rguk.ru; belitskaya-oa@rguk.ru

*Целью является разработка технологий выделки кож и меха с применением электроактивированных растворов, позволяющих повысить потребительские свойства и интенсифицировать жидкостные процессы кожевенно-мехового производства.*

*Основной задачей являлись оценка влияния обработки на структуру и физико-механические свойства дермы шкур крупного рогатого скота и шкур кролика. Для этого использовался комплекс традиционных химических, физико-химических и современных инструментальных методов.*

*Предложенные технологии позволяют значительно сократить расход химических материалов, прежде всего, гидроксида кальция и сульфида натрия, обеспечить экологически приемлемые показатели отработанных растворов, сократить длительность обработки до 10...12 часов.*

*The aim is to develop technologies of leather and fur dressing with the use of electroactivated solutions, which allow increasing consumer properties and intensifying fluid processes of leather and fur production.*

*The main objective was to assess the effect of treatment on the structure and physical and mechanical properties of the dermis of cattle and rabbit hides. For this purpose, a complex of traditional chemical, physical and chemical and modern instrumental methods was used.*

*The proposed technologies allow us to significantly reduce the consumption of chemical materials, primarily calcium hydroxide and sodium sulfide, ensure environmentally acceptable indicators of spent solutions, and reduce the duration of treatment to 10...12 hours.*

**Ключевые слова:** электрохимически активированные растворы, анолит, католит, отмока, золение, кожевенное и меховое производство, выделка.

**Keywords:** electrochemically activated solutions, anolyte, catholyte, soaking, ashing, leather and fur industry, manufacturing.

### *Введение*

В последнее время перед отраслью кожевенно-меховой промышленности поставлен ряд задач, связанных с охраной окружающей среды, направленных на увеличение выпуска готовой продукции и улучшение ее качества. Поставленные задачи тесно связаны с вопросами интенсификации и модернизации технологических процессов производства кожи и меха, которые не могут быть решены без применения новых химических материалов.

Современные технологии этих производств считаются водоемкими, длительными, трудоемкими и экологически небезопасными, так как предусматривают использование значительных количеств воды, извести, аммонийных соединений, хлоридов, сульфатов, солей хрома, большинство из которых не удаляются физико-химическими и биологическими методами и тем самым являются основными источниками загрязнения сточных вод.

До настоящего времени, несмотря на попытки применить различные реагенты для проведения технологических процессов, не удалось полностью исключить или сократить из технологии производства такие токсичные химические материалы, как гидроксид кальция, сульфид натрия, соли хрома, а также биоциды и антисептики.

Поэтому, чтобы устранить эти недостатки, повысить рентабельность и существенно уменьшить количество потребляемых вредных веществ в кожевенно-меховом производстве, необходимо перейти к использованию экологически чистых методов интенсификации технологических процессов [1], [2]. К одному из таких методов можно отнести электрохимическую активацию воды (ЭХАВ). Эта технология дает возможность получать растворы с требуемыми окислительно-восстановительными и кислотно-основными свойствами [3...7].

Несмотря на то, что явление электрохимической активации растворов изучают сравнительно давно и к настоящему времени электрохимически активированные растворы уже нашли широкое практическое применение в разных странах в многочисленных областях деятельности [8...14]

для обеззараживания воды, обезжиривания биологических объектов, а относительно применения ЭХА растворов при обработке сырья и полуфабрикатов в кожевенно-меховой промышленности встречаются лишь отдельные публикации и исследования. Существенным плюсом более активного применения ЭХАР будет снижение экологической нагрузки кожевенно-мехового производства на окружающую среду и интенсификация технологических процессов производства кожи и меха.

Так как электрохимическая активация растворов сопровождается изменением их химического состава, кислотности и щелочности, значительным повышением реакционной способности. Из исходного малоинерализованного раствора путем электрохимической активации получают многофункциональные растворы, такие как анолит, обладающий дезинфицирующими, стерилизующими и моющими свойствами, и католит, обладающий моющими, и экстрактивными свойствами. Получаемые растворы с требуемыми свойствами целесообразно использовать при проведении процессов производства кожи и меха.

Таким образом, в кожевенно-меховой промышленности, где проблема рационального использования водных ресурсов и химических материалов стоит достаточно остро, использование электроактивированных растворов позволит интенсифицировать процесс обработки перерабатываемого сырья, повысить экологическую безопасность и экономическую эффективность производства.

### *Методы*

За последнее время ЭХА-технологии являются наиболее перспективными, так как характеризуются простотой, универсальностью, эффективностью, экономичностью, а главное – экологической чистотой.

В связи со всем вышеизложенным, разрабатываемая технология основывается именно на применении электроактивированных растворов в технологических процессах кожевенного и мехового производства.

Исследование разделено на несколько этапов:

1) получение электроактивированных растворов (анолит и католит) для дальнейших технологических процессов;

2) применение анолита в выделке меха, а именно в отмоке, пикелевании и дублении и анализ прочностных характеристик шкурок;

3) применение анолита в отмоке кожевенного сырья;

4) применение католита в золении кожевенного сырья.

Для дальнейшего усовершенствования методики необходимы электрохимические установки, позволяющие получать растворы с заданными показателями. Отличительным признаком применения ЭХА растворов является то, что электрохимический синтез химических агентов проходит на месте применения, а это намного дешевле (суммарно) применения покупных химических реагентов, так как в их производство входят затраты на упаковку, перевозку, хранение и приготовление.

Традиционными материалами для проведения отмоки являются карбонат натрия, различные ПАВ и биоциды, для золения – сульфид натрия и гидроксид кальция.

#### *Результаты и обсуждения*

Экспериментальное проведение процессов выделки шкурок кролика пресно-сухого метода консервирования проводилось по следующей схеме:

Шкурку кролика разделили пополам по хребтовой линии, затем провели отмоку.

Контроль процесса осуществляли с помощью редуцтазной пробы, количество микроорганизмов в 1 г образца и в 1, и во 2 группе было в норме и составило около  $20 \cdot 10^6$ , при этом обводнение образца осуществляется за 4 часа. Далее провели мездрение, затем пикелевание. Контроль осуществляли через определение рН раствора и пробой на сушинку. Дубление проводили добавлением сухого хромового дубителя основностью 33% в пикельный раствор и контролировали по температуре сваривания. Температура сваривания обоих образцов была не ниже  $65^\circ\text{C}$ , в соответствии с ГОСТ 2974–75 "Шкурки кролика меховые выделанные. Технические условия". После дубления провели отжим, пролежку, жирование, откатку, разбивку.

При этом в контрольной группе 1 выделку провели стандартно, в опытной группе 2 – заменили воду в отмоке и пикелевании на анолит (рН=3,04) с использованием всех сопутствующих материалов (соли, кислот и т.п.).

После выделки половинок провели испытания прочностных характеристик шкурок кролика в соответствии с ГОСТ 332267–2015 "Шкурки меховые и овчины выделанные. Методы механических испытаний" и статистическую обработку данных методом оценки достоверности разности средних. Результаты представлены в табл. 1 (результаты прочностных испытаний шкурок кролика,  $n=6$ ).

Т а б л и ц а 1

№	Группа	Средняя разрывная нагрузка образцов, Н	Разрывная нагрузка, регламентированная ГОСТ 2974-75, Н
1	Контроль	80,3±20	Не менее 50
2	Опыт	106,6±21,9	

Как видно из табл. 1, образцы из обеих групп имеют достаточную прочность, соответствующую требованиям ГОСТа. Однако достоверной разницы в показателях 1 и 2 группы выявлено не было ( $t_{\text{факт}} = 0,886 < t_{\text{табл}} = 2,228$ , при  $p = 0,05$ ). При этом необходимо отметить, что хотя разница и не существенна, но во 2-й группе при выделке с применением ЭХАР значение показателя выше, чем в контрольной группе. Из чего следует, что электрохимическая активация

является перспективным направлением исследований.

Отмочно-зольные процессы производства кожи проводились на сырье крупного рогатого скота мокросоленого способа консервирования.

Основные параметры разработанной методики проведения обработки шкур крупного рогатого скота мокросоленого способа консервирования представлены в табл. 2 (методика проведения отмочно-



зольных процессов с использованием католита). Отмочно-зольные процессы проводятся в подвесных барабанах при постоянном их вращении со скоростью 3...4 об/мин. Отмока выполняется после предварительной промывки и мездрения. Данная методика является безреагентной и придает получаемым кожевенным полуфабрикатам хорошие физико-химические и упругопластические свойства.

Т а б л и ц а 2

Параметры обработки	
Отмока	
Расход, % от массы сырья:	
- карбонат натрия	1,5
- вода	150
После отмоки вода сливается	
Золение	
- католит	38
- вода	112
Продолжительность	10...12 ч

Следует отметить, что обработка в растворе католита обеспечивает более высокую степень разволокнения структуры дермы, как на макро-, так и на микроуровне, что подтверждено проведенными ранее исследованиями [15...18]. Такие изменения характеризуются свойствами католита, которые способствуют интенсивному разрыхлению структуры дермы и полному извлечению глобулярных белков и мукополисахаридов.

Во время обработки сырья в растворе католита происходят более значительные изменения в структуре дермы. При этом следует принимать во внимание, что интенсивное разрыхление структуры дермы может привести к усилению связывания реагентов, используемых в последующих процессах кожевенного производства, например, дубящих соединений хрома. Как известно, повышенное содержание хромового дубителя в лицевом слое кожи приводит к садке и образованию дубной стяжки. Эти факты необходимо учитывать при отработке технологического регламента производства кож с использованием электроактивированных растворов.

При проведении отмоки с анолитом результаты анализа показывают, что используемый электрохимически активированный раствор ингибирует развитие микроорганизмов, поэтому не требуется введения биоцидов, а также позволяет через 2 часа после начала процесса достичь нужной обводненности [19], [20].

## В Ы В О Д Ы

По итогам исследований сделаны следующие выводы:

- при использовании анолита в процессе отмоки достигается равномерное обводнение шкур за 3...4 часа, существенно замедляется развитие бактериальных микроорганизмов, за счет чего существенно снижается возможность бактериального повреждения кожевенного и мехового сырья;
- использование ЭХА растворов не ухудшает прочностных показателей меховых шкур;
- при использовании католита в процессе золениния резко ускоряется процесс обезволаживания и происходит лучшее разделение структуры дермы;
- применение католита в золенинии кожевенного сырья позволит сократить или исключить гидроксид кальция и сульфид натрия из технологических процессов, а также позволит обеспечить экологически приемлемые показатели отработанных отмочно-зольных растворов и позволит сократить длительность обработки;
- предложенная технология проведения процессов обработки кожевенного и мехового сырья требует дальнейшей доработки для успешного проведения последующих процессов производства и получения качественной готовой кожи и меха.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Балыев С.Б., Шарифуллин Ф.С. Перспективные методы обработки в производстве мехового полуфабриката // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2019, № 3. С. 54...59.
2. Балыев С.Б., Шарифуллин Ф.С., Хабиров Р.Р. Перспективы применения плазменных методов при обработке кожи // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2019, № 2. С. 20...22.

3. Бахир В.М. Электрохимическая активация: изобретения, техника, технология. – М.: Вива – Стар, 2014.
4. Бахир В.М. Электрохимическая активация: ключ к экологически чистым технологиям водоподготовки // Журнал водоснабжения и канализации. – 2012 Вып. 1–2. С. 89...104.
5. Бахир В.М. Теоретические основы электрохимической активации. – М., "Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт медицинской техники", 1999.
6. Бахир В.М. Электрохимическая активация. Ч.2. – М.: ВНИИИ мед. техники, 1992.
7. Юсупов Д.Р., Беркинов Э.Х., Муродов Р.Н. Электрохимическая активация водных сред // Вестник Науки и Творчества. – 2018, № 2(26). С. 48...51.
8. Бахир В.М. и др. Электрохимическая активация: очистка воды и получение полезных растворов. – М.: Маркетинг Саппорт Сервисиз, 2001.
9. Шлыкова А.Н., Панкина И.А. Перспективы использования электро-химически активированной воды при проращивании семян зернобобовых культур // Сб. тез. VI Междунар. науч.-практ. конф.: Пищевые инновации и биотехнологии, КемГУ. Кемерово. – 2018. С. 164...166.
10. Thorn RM, Lee SW, Robinson GM, Greenman J, Reynolds DM. Electrochemically activated solutions: evidence for antimicrobial efficacy and applications in healthcare environments. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. – 2012, 31. P.641...653.
11. Hand S, Cusick RD. Electrochemical Disinfection in Water and Wastewater Treatment: Identifying Impacts of Water Quality and Operating Conditions on Performance. Environ Sci Technol. 2021 Mar 16;55(6):3470-3482.
12. Danylykovich A.G., Lishchuk V.I., Romaniuk O.O. Use of electrochemically activated aqueous solutions in the manufacture of fur materials. Springerplus. – 2016.
13. Suvorov O.A., Kuznetsov A.L., Shank M.A., Volozhaninova S.Yu., Pugachev I.O., Pasko O.V., Babin Yu.V. Electrochemical and Electrostatic Decomposition Technologies As A Means of Improving the Efficiency and Safety of Agricultural and Water Technologies // Int.J. Pharm. Res. Allied Sci. – 7(2), 2018. P.43...52.
14. Durai G., Rajasimman M. Biological Treatment of Tannery Wastewater // Journal of Environmental Science and Technology. –V. 4, № 1, 2011. P. 1...17.
15. Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И. Изменение структуры дермы в растворах католита // Тез. докл. 73 Внутривузовской научн. студенческой конф.: Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2021). Часть 3, с. 79-79, – М.: ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина", 2021.
16. Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И. Изменение структуры дермы в растворах католита. Инновационное развитие техники и технологий в промышленности // Сб. мат. Всероссийск. научн. конф. молодых исследователей с международным участием. Ч.1. – М.: ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина", 2021. С. 178...182.
17. Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И. Влияние золенина с использованием католита на упруго-пластические свойства голяя // Сб. мат. Всерос. научн. конф. молодых исследователей с международным участием: Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2020), посвященная Юбилейному году в РГУ им. А.Н. Косыгина. Ч.1, с. 184...189, – М.: ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина", 14-16 апреля 2020 г.
18. Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И. Безреагентная технология подготовительных процессов кожевенного производства с использованием электроактивированных растворов // Сб. стендовых докл. молодых ученых и студентов: Международный Косыгинский Форум "Современные задачи инженерных наук" (29-30 октября 2019 г.). – М.: ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина", 2019.
19. Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В. Исследование возможности использования электрохимически активированных растворов в подготовительных процессах кожевенного производства // Сб. тез. IV Междунар. научн.-практ. заочного семинара: Инновационные материалы и технологии кожевенно-мехового производства. – Киев: КНУТД, 2018. С.9...10.
20. Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Чурсин В.И. Исследование возможности использования анолита в процессе отмоки кожевенного сырья // Сб. ст. XV Междунар. научн.-практ. конф. с элементами научной школы для студентов и молодых ученых: Новые технологии и материалы легкой промышленности. В 2-х частях, Казань, 15–19 мая 2019 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. С. 91...94.

## REFERENCES

- Ballyev S.B., Sharifullin F.S. Perspektivnye metody obrabotki v proizvodstve mekhovogo polufabrikata // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2019, № 3. S. 54...59.
- Ballyev S.B., Sharifullin F.S., Khabirov R.R. Perspektivy primeneniya plazmennyykh metodov pri obrabotke kozhi // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2019, № 2. S. 20...22.
- Bakhir V.M. Elektrokhimicheskaya aktivatsiya: izobreteniya, tekhnika, tekhnologiya. – М.: Viva – Star, 2014.
- Bakhir V.M. Elektrokhimicheskaya aktivatsiya: klyuch k ekologicheski chistym tekhnologiya vodo-podgotovki // Zhurnal vodosnabzheniya i kanalizatsii. – 2012 Vyp. 1–2. S. 89...104.
- Bakhir V.M. Teoreticheskie osnovy elektrokhimicheskoy aktivatsii. – М., "Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy i ispytatel'nyy institut meditsinskoy tekhniki", 1999.
- Bakhir V.M. Elektrokhimicheskaya aktivatsiya. Ch.2. – М.: VNIИ med. tekhniki, 1992.
- Yusupov D.R., Berkinov E.Kh., Murodov R.N. Elektrokhimicheskaya aktivatsiya vodnykh sred // Vestnik Nauki i Tvorchestva. – 2018, № 2(26). S. 48...51.

8. Bakhir V.M. i dr. Elektrokhimicheskaya aktivatsiya: ochildka vody i poluchenie poleznykh rastvorov. – M.: Marketing Support Servisiz, 2001.
9. Shlykova A.N., Pankina I.A. Perspektivy ispol'zovaniya elektro-khimicheskii aktivirovannoy vody pri prorashchivanii semyan zernobobovykh kul'tur // Sb. tez. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Pishchevye innovatsii i biotekhnologii, Kem-GU. Kemerovo. – 2018. S. 164...166.
10. Thorn RM, Lee SW, Robinson GM, Greenman J, Reynolds DM. Electrochemically activated solutions: evidence for antimicrobial efficacy and applications in healthcare environments. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* – 2012, 31. P.641...653.
11. Hand S, Cusick RD. Electrochemical Disinfection in Water and Wastewater Treatment: Identifying Impacts of Water Quality and Operating Conditions on Performance. *Environ Sci Technol.* 2021 Mar 16;55(6):3470-3482.
12. Danylkovych A.G., Lishchuk V.I., Romaniuk O.O. Use of electrochemically activated aqueous solutions in the manufacture of fur materials. Springerplus. – 2016.
13. Suvorov O.A., Kuznetsov A.L., Shank M.A., Volozhaninova S.Yu., Pugachev I.O., Pasko O.V., Babin Yu.V. Electrochemical and Electrostatic Decomposition Technologies As A Means of Improving the Efficiency and Safety of Agricultural and Water Technologies // *Int.J. Pharm. Res. Allied Sci.* – 7(2), 2018. P.43...52.
14. Durai G., Rajasimman M. Biological Treatment of Tannery Wastewater // *Journal of Environmental Science and Technology.* – V. 4, № 1, 2011. R. 1...17.
15. Evteeva N.G., Dormidontova O.V., Chursin V.I. Izmenenie struktury dermy v rastvorakh katolita // Tez. dokl. 73 Vnutrivuzovskoy nauchn. studencheskoy konf.: Molodye uchenye – innovatsionnomu razvitiyu obshchestva (MIR-2021). Chast' 3, s. 79-79, – M.: FGBOU VO "RGU im. A.N. Kosygina", 2021.
16. Evteeva N.G., Dormidontova O.V., Chursin V.I. Izmenenie struktury dermy v rastvorakh katolita. Innovatsionnoe razvitie tekhniki i tekhnologii v promyshlennosti // Sb. mat. Vserossiysk. nauchn. konf. molodykh issledovateley s mezhdunarodnym uchastiem. Ch.1. – M.: FGBOU VO "RGU im. A.N. Kosygina", 2021. S. 178...182.
17. Evteeva N.G., Dormidontova O.V., Chursin V.I. Vliyanie zoleniya s ispol'zovaniem katolita na uprugoplasticheskie svoystva gol'ya // Sb. mat. Vseros. nauchn. konf. molodykh issledovateley s mezhdunarodnym uchastiem: Innovatsionnoe razvitie tekhniki i tekhnologii v promyshlennosti (IN-TEKS-2020), posvyashchennaya Yubileynomu godu v RGU im. A.N. Kosygina. Ch.1, s. 184...189, – M.: FGBOU VO "RGU im. A.N. Kosygina", 14-16 aprelya 2020 g.
18. Evteeva N.G., Dormidontova O.V., Chursin V.I. Bezreagentnaya tekhnologiya podgotovitel'nykh protsessov kozhevnogo proizvodstva s ispol'zovaniem elektroaktivirovannykh rastvorov // Sb. stendovykh dokl. molodykh uchenykh i studentov: Mezhdunarodnyy Kosygin'skiy Forum "Sovremennye zadachi inzhenernykh nauk" (29-30 oktyabrya 2019 g.). – M.: FGBOU VO "RGU im. A.N. Kosygina", 2019.
19. Evteeva N.G., Dormidontova O.V. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya elektrokhimicheskii aktivirovannykh rastvorov v podgotovitel'nykh protsessakh kozhevnogo proizvodstva // Sb. tez. IV Mezhdunar. nauchn.-prakt. zaochnogo seminar: Innovatsionnye materialy i tekhnologii kozhevenno-mekhnovogo proizvodstva. – Kiev: KNUTD, 2018. S.9...10.
20. Evteeva N.G., Dormidontova O.V., Chursin V.I. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya anolita v protsesse otmoki kozhevnogo syr'ya // Sb. st. XV Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. s elementami nauchnoy shkoly dlya studentov i molodykh uchenykh: Novye tekhnologii i materialy legkoy promyshlennosti. V 2-kh chastyakh, Kazan', 15–19 maya 2019 goda. – Kazan': Kazanskiy natsional'nyy issledovatel'skiy tekhnologicheskiy universitet, 2019. S. 91...94.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 25.10.21.

**DYEING THE COTTON WITH EXTRACT OF ONION PEELS,  
WALNUT SHELL AND (TANACETUM) TANSY**

**КРАШЕНИЕ ХЛОПКА ЭКСТРАКТАМИ ЛУКОВОЙ ШЕЛУХИ,  
СКОРЛУПЫ ГРЕЦКОГО ОРЕХА И ПИЖМЫ**

*S.H. SABYRKHANOVA<sup>1</sup>, O.B. BEHZAT<sup>2</sup>, G.K. YELDIYAR<sup>3</sup>*

*S.X. САБИРХАНОВА<sup>1</sup>, О.Б. БЕХЗАТ<sup>2</sup>, Г.К. ЕЛДИЯР<sup>3</sup>*

*(M.Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,  
Ege University, Bomova Izmir Turkiye,  
Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Republic of Kazakhstan)*

*(Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,  
Эгейский университет, Турция,  
Международный казахско-турецкий университет  
имени Х.А. Ясави, Республика Казахстан)*

E-mail: sveta577@mail.ru

*Natural dyes are attracting increasing attention around the world due to the impact of synthetic dyes on the environment. In this study, 100% cotton fabric was dyed with rich extracts of onion peel, walnut shell and (tanacetum) tansy and combined with some mordants. The coloring of natural dye and the effect of various mordants during simultaneous dyeing with natural dyes were researched. The results showed that natural dyes gave light tones to the fabrics without mordant except onion peel, while the mordanted samples with copper, aluminum-potassium, acetic acids change the colors of the fabric. These extracts, which grow in a large volume in the southern region of Kazakhstan, can be considered as viable alternatives instead of artificial coloring agents. In this study, the experiment was carried out at a temperature of 50-100°C using a minimum amount of mordant with an extract of natural dyes.*

*Натуральные красители привлекают все большее внимание во всем мире из-за воздействия синтетических красителей на окружающую среду. В этом исследовании 100%-ная хлопчатобумажная ткань была окрашена экстрактами луковой шелухи, скорлупы грецкого ореха и (tanacetum) пижмы, в сочетании с некоторыми протравами. Были исследованы окраски натурального красителя и влияние различных протрав при одновременном крашении с натуральными красителями. Результаты показали, что натуральные красители дали тканям светлые тона без протравы, исключая луковую кожуру, в то время как протравленные образцы с медью, алюмокалиевыми квасцами, уксусными кислотами меняют окраски цвета ткани. Эти растения, произрастающие в большом объеме в южном регионе Казахстана, можно рассматривать как жизнеспособные альтернативные варианты вместо искусственных красящих агентов. В настоящем исследовании окрашивание проводилось при температуре 50...100°C с использованием минимального количества протравы с экстрактом натуральных красителей.*

**Keywords:** textile materials, mordants, natural dyes, tansy extract, cotton fabric, medicinal properties, onion peel, walnut shell, light industry.

**Ключевые слова: текстильные материалы, протравы, натуральные красители, экстракт пижмы, хлопчатобумажная ткань, лечебные свойства, луковая шелуха, скорлупа грецкого ореха, легкая промышленность.**

### *Introduction*

In modern light industry, synthetic dyes are used to a greater extent to give the fabric color. Today, synthetic dyes were replaced from the practice of dyeing with natural dyes. The production of the use of synthetic dyes creates environmental problems and risks, since synthetic dyes themselves, being mutagenic and allergic, have different levels of toxicity. Due to the deteriorating environmental situation in the world, humanity is forced to return to natural dyes again. Many natural resources that are wasted or thrown away as waste contain useful dyes and pigments [1...4].

Materials of plant origin were used for dyeing the fabric: tree bark, leaves, fruits, flowers, roots. Natural dyes allow us to give an original beautiful color to the textile material. Research on the use of plants as raw materials for dyes and tanning agents continues all over the world [5...8].

In Kazakhstan, which is characterized by a wide variety of soil and climatic conditions and has a rich and unique flora, since many species of dye-bearing plants grow here, many of which are used in medical practice, food and light industry, harmless to humans and nature. Well-known scientists on the use of natural dyes for cotton knitted fabrics, wool and silk fabrics made a contribution [9], [10].

The purpose of this work is to investigate the ecological efficiency of natural dyes obtained from onion waste, tansy plants and walnut shells for textile materials. In this study, a natural dye isolated from the waste of onion peel, walnut shell and tansy flower was successfully applied to cotton fabrics treated and untreated with mordants.

### *Experimental methods*

The experimental work requires a gas burner, an electric oven, manual drying, electronic scales, cotton fabric was woven 3 up 1 down. The fabric was scoured with vanish liquid stain remover and fabric bleach at 40° C for 30 min and then thoroughly rinsed and dried at room temperature. The scoured material was

soaked in clean water for 30 min prior to dyeing or mordanting.

Dyestuff extraction. The walnut shell, (tanacetum) tansy and onion peel extracts had already been dried and powdered. When the coloring material is crushed, it is mixed with water and heated on a gas burner to extract the dye. Dry onion peels, walnut shells and (tanacetum) tansy powders were heated in water at 90-100°C in water bath, liquor ratio 1:10, 1:20 and 1:30 (100 g of dye raw materials is extracted in water with a volume of 1,2,3 liters) for extraction of the colorant about 30, 60, 90 minutes respectively, then were filtered.

Dyeing of fabrics. Per 100 g of fabric, 4 liters of dye broth are usually used, the bath module is 1 :40. Dye the fabric at a slow boil (100°C) for 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes in different dye bath modules, respectively. The fabric must be completely immersed. When dyeing, it is necessary to constantly mix the fabric. After dyeing, slightly pressed fabrics are hung out in a place protected from the sun, for "maturing" the dye on the fiber. To intensify the dyeing process, improve the brightness and juiciness of the fabric colors, as well as expand the range of their colors, traditionally used mordants were used - acetic acid, copper sulfate ( $\text{CuSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ), aluminum-potassium alum ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) this salt does not distort the color of the dye, also neutralized with sodium bicarbonate. The bath process, dyeing and mordanting are done together in one bath. Mordanting is carried out from three methods (before, simultaneously and subsequent) and one of them gives the best result. The solution of the mordant is made at the rate of 10 g per 1 liter of water (1%). The solution of aluminum-potassium alum requires neutralization with soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . To do this, a 10% solution of sodium bicarbonate soda is poured into a 1% solution of alum while stirring a little.

### *Results and discussion.*

The samples processed with the use of an aqueous extract of plant raw materials and

mordants were dyed and compared for color. With natural dyes, the selected cotton fabric was dyed at home at a temperature of 50,70 and 100°C, with different durations of 30, 60, and 90 minutes, as well as in three dye baths 1:10, 1:20 and 1:30. The samples were compared without the use of mordants. Dyeing with onion peel gives different shades of

brown, as well as a rich brown color will turn out with an increase in the dyeing time in the bath of 1:20. The dye treated with various solutions leads to the appearance of various shades of orange color at different intervals of time. The obtained samples are shown in Tables 1, 2.

Table 1

Bath module	Time 30 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C
1:30			
1:20	Time 60 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C
1:10	Time 60 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C

Table 2

Types of mordants	Temperature 100°C	
	Bath module 1:20	
	30 minutes	60 minutes
Copper sulfate 1%		
Aluminum-potassium alum		
Aluminum-potassium alum neutralized with sodium bicarbonate		

An experiment conducted using a tansy flower showed different shades of yellow. To obtain a rich yellow, we were also treated with traditional mordants, as a result we will see a

new color. The same natural dye can give different colors when treated with different mordants at different time intervals. The most optimal module of the dyeing bath is 1:20 when

dyeing cotton fabric with mordants in the in-

terval of 30 minutes. The results of the experiment are shown in Table 3, 4.

Table 3

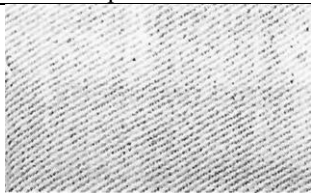


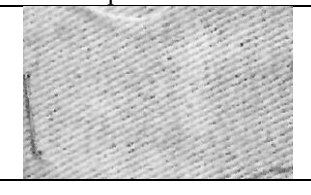
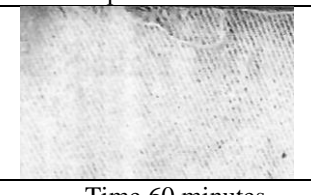
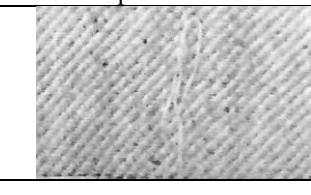
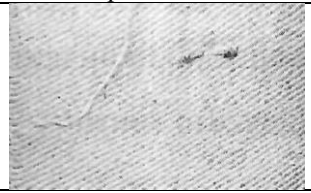
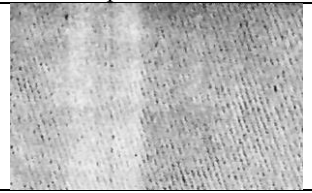
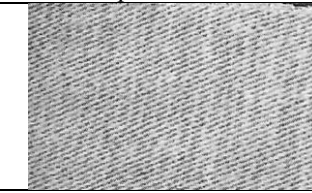
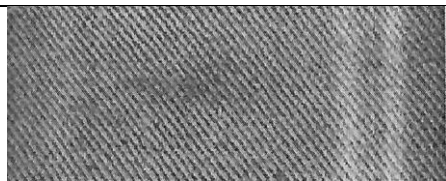
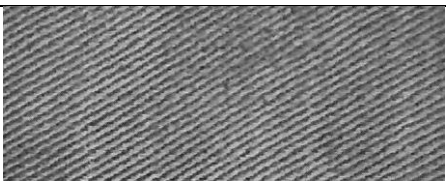
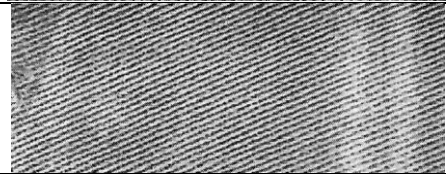
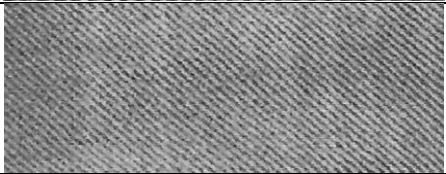
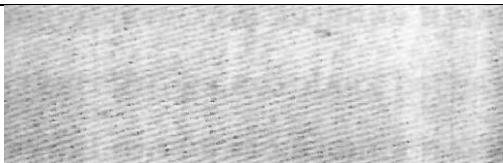
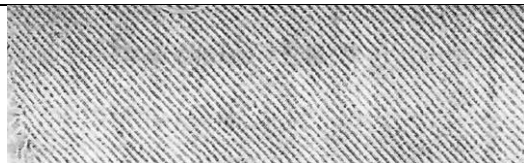
Bath module	Time 30 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C
1:30			
1:20	Time 60 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C
			
1:10	Time 60 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C
			

Table 4

Types of mordants	Temperature 100°C	
	Bath module 1:20	
	30 minutes	60 minutes
Copper sulfate 1%		
Copper sulfate 2%		
Aluminum-potassium alum		Aluminum-potassium alum neutralized with sodium bicarbonate
		

For the practical consolidation of the studied theoretical material on dyeing fabric with natural waste, a number of experiments were carried out with and without mordants in different time intervals in three modules of the

bath. As part of the experiment, an experiment was obtained that at 90 minutes, the dye will turn the fabric gray in the 1:10 bath module. With the use of mordants, shades of beige and gray appeared on the fabric. The results of the

study show that the waste from the walnut can be used as an effective dye for cotton materials

Table 5, 6.

Table 5

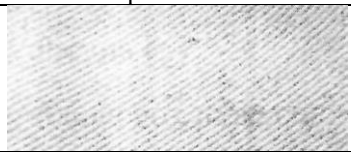

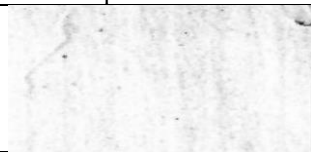









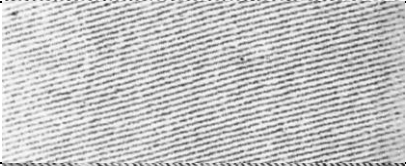


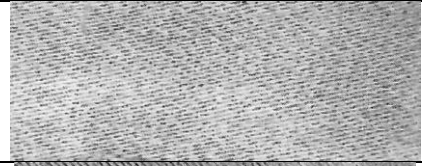
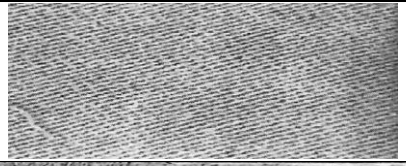
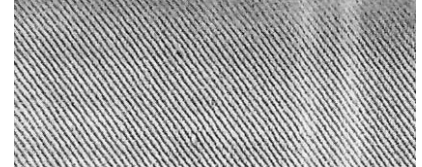
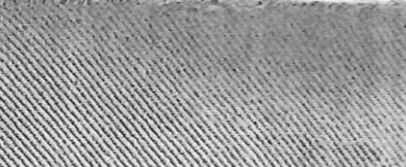
Bath module	Time 30 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C
1:30			
1:20	Time 60 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C
			
1:10	Time 60 minutes		
	Temperature 50°C	Temperature 70°C	Temperature 100°C
			

Table 6

Types of mordants	Temperature 100°C	
	Bath module 1:20	
	30 minutes	60 minutes
Acetic acid 70%		
Acetic acid 9%		
Copper sulfate 1%		
Copper sulfate 1%	Bath module 1:30	
	30 minutes	60 minutes
		
Aluminum-potassium alum		



## CONCLUSION

The use of available material for dyeing by conventional dyeing reduces the cost of natural dyeing and increases the productivity of resources and reduces the amount of waste. This makes onion waste, nut waste and wild flower waste one of the easily accessible materials for the natural dyeing industry. These dyes are safe for humans, are not environmentally harmful also have some medicinal properties for health. This article demonstrates new possibilities for obtaining shades of natural dye, and opens up good prospects for alternatives to synthetic dyes for the textile industry.

## REFERENCE

1. *Tashmukhamedova Ph.R. I dr.* Modiphicirovannyi sposob krasheniya khlopchatobumazhnykh tkanei ekstraktom marenny krasilnoi // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2020, №. 2. С. 93...100.
2. *Mirzakhmedova M.Hk. I dr.* Vliyaniye prirody aktivnykh krasitelei na kachestvo otdelki I okraski shelkovykh tkanei v sovmeshennom sposobe // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2017, №. 1. С. 139...142.
3. *Shagina N.A.* Razrabotka ekologichnoi tekhnologii ispolzovaniya prirodnykh krasitelei rastitel'nogo proiskhozhdeniya v kolorirovaniy tekstilya: diss, na PhD: 05.19. 02.- Moskva 2015.

4. *Smirnov R.IU., Ryzhuk V.A.* Naturalnyi krasitel iz otkhodov okorki temnokhvoinyx rastenii // *Nauchnaiya diskussiya sovremennoi molodezhi: aktualnye voprosy, dostizheniya i innovacii.* - 2020. S. 43...48.

5. *Krichevskiy G.E.* Vozrozhdenie prirodnykh krasitelcy. – M.: Publitrprint, 2017.

6. Atav R., Karabulut I. Issledovanie okrashivayemosti khlopchatobumazhnykh trikotazhnykh poloten razlichnymi krasiyashimi rasteniyami v prisutsvii protavy sulphata kaliya aliuminiya // *Mezhdunarodnaiya konferencia po inzhenernym tekhnologiyam I innovaciyam, Sbornik materialov konferencii,* s. 57-64, Saraevo-Boaniya I Gercgovina, 2017.

7. *Turok T.V., Sutugina V.S., Novikova K.A.* Okrashivaniya khlopchatobumazhnoi tkani naturalnymi krasiteliyami // *Dostizheniya vuzovskoi nauki 2021.* – 2021. S. 35...38.

8. *Kutzhanova A.Zh., Toktasynova A.Zh.* Primenenie rastitelnykh krasitelei v kolorirovaniy tekstilnykh materialov // *Internauka.* – 2019. T. 22, №104 chast 2. S. 21.

9. *Makoveckaiya E.P., Rasheva O.A.* Effekty okrashivaniya naturalnykh tekstilnykh materialov prirodnyimi krasiteliyami // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2019. T. 45, №. 3. S. 77...81.

10. *Teslenko V.P. I dr.* Ispolzovanie prirodnykh krasitelei v processakh ruchnogo kolorirovaniya khlopchatobumazhnykh materialov s celiu ikh oblagorazhivaniya // *Physiko voloknistykh materialov: struktura, svoistva, naukoemkie tekhnologii I materialy (SMARTEX).* – 2020, №. 1. S. 409...412.

Поступила 12/11/21.

**CHEMICAL NICKEL PLATING OF COTTON FABRICS  
WITH THE USE OF COPPER-CONTAINING REDUCING AGENTS\***

**ХИМИЧЕСКОЕ НИКЕЛИРОВАНИЕ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ**

*M. SATAEV, SH. KOSHKARBAEVA, K. AMANBAEVA, P. ABDURAZOVA,  
YE. RAIYIMBEKOV, D. URAZKELDIEVA*

*M. САТАЕВ, Ш. КОШКАРБАЕВА, К. АМАНБАЕВА, П. АБДУРАЗОВА,  
Е. РАЙЫМБЕКОВ, Д. УРАЗКЕЛДИЕВА*

(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)

(Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Республика Казахстан)

E-mail: abdurazova-p@mail.ru

*To activate the surface of cotton fabrics before chemical nickel plating, it is proposed to use physical and chemical processes occurring in thin layers of solutions of copper (II) chloride under the influence of electromagnetic solar rays of the visible spectrum. It is shown that cellulose, which is the main component of the fabric, undergoes photo-oxidation in the presence of copper (II) chloride. As a result of this interaction, well-bonded copper monochloride is formed. When further processing of the fabric with phosphine gas, copper monochloride is transformed into copper and copper phosphide. Copper phosphide is a catalyst for the chemical nickel plating process. This makes it possible to obtain an electrically conductive nickel-phosphorus coating on the surface of the fabric in conventional electrolytes of chemical nickel plating. It is also found that when screening individual sections, the processes leading to the formation of copper monochloride do not occur. This allows selective metallization of the fabric.*

*Для активирования поверхности хлопчатобумажных тканей перед химическим никелированием предлагается использовать физико-химические процессы, протекающие в тонких слоях растворов хлорида меди(II) под воздействием электромагнитных солнечных лучей видимого спектра. Показано, что целлюлоза, являющаяся основным компонентом ткани, в присутствии хлорида меди(II) подвергается фотоокислению. В результате этого взаимодействия образуется хорошо сцепленная с тканью однохлористая медь. При дальнейшей обработке ткани газообразным фосфином однохлористая медь трансформируется в медь и фосфид меди. Фосфид меди является катализатором для процесса химического никелирования. Это позволяет получить на поверхности ткани электропроводное никель-фосфорное покрытие в обычных электролитах химического никелирования. Также установлено, что при экранировании отдельных участков процессы, приводящие к образованию однохлористой меди, не происходят. Это позволяет провести избирательную металлизацию ткани.*

---

\* This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP08956891).

**Keywords: cotton fabric, copper (II) chloride, cellulose photo-oxidation, copper monochloride, activation, copper phosphide, chemical nickel plating.**

**Ключевые слова: хлопчатобумажная ткань, хлорид меди (II), фотоокисление целлюлозы, монохлорид меди, активация, фосфид меди, химическое никелирование.**

### *Introduction*

The acceleration of technological progress poses new challenges to the industry within the field of cloth production. One among them is that the creation of metalized fabrics that perform a particular function. A prominent place among them is occupied by nickel-plated fabrics. Nickel may be a relatively inexpensive metal with high chemical resistance and good appearance.

Nickel coating gives fabrics the subsequent functions that allow the utilization of textiles within the relevant industries:

- decorative appearance, electrical conductivity, which provides fabrics antistatic properties [1];
- creation of a lively catalytic layer on the material surface of the required layer necessary for chemical current sources and devices for producing hydrogen [2], 3];
- giving fabrics a particular electric resistance allows them to be used as flexible conductive elements, clothing with heating elements [4];
- shielding of electromagnetic wave and use in various protective devices [5...7];
- radio-absorbing properties that are widely utilized in modern industry and, especially, in products of the vested interest [8].

Depending on the aim of cloth materials, the subsequent methods of applying nickel films are used.

To obtain thin surface nickel films on synthetic fabrics, ion-plasma sputtering [1] or vacuum sputtering [9] of the nickel layer is employed. Processes are administered on special installations. Such fabrics have good decorative properties and high electrical conductivity, which allows them to be used as flexible conductive elements and when creating smart textiles [4].

By combining the most threads of the material with nickel or nickel-containing polymer threads, a textile material is obtained which

will function a shield of electromagnetic wave [5...7]. It's obvious that during this case the difficulties related to the creation of additional threads.

To obtain special-purpose textile materials, chemical metallization methods also are used. Thus, chemical gas-phase metallization is performed by pumping nickel tetracarbonyl metal vapors through a woven or non-woven material during a shallow vacuum. The source material is heated to the temperature of the start of vapor decomposition, and a metal coating is applied over the whole thickness of the majority material [5]. The disadvantage of the method is that the difficulty in obtaining nickel tetracarbonyl and implementing the method.

The most commonly used method of chemical metallization of dielectrics in engineering is that a reaction of formation of catalytic metal ions is administered on a surface sensitized with divalent tin. Treatment is administered in solutions of precious metals, mainly palladium. Adsorbed on the surface of the dielectric ions are tin ions restore the palladium. Compounds of germanium (II), iron (II), titanium (III), silicon halides, lead salts, and a few dyes also are offered as sensitizers. Additionally to palladium, silver, gold, rhodium, ruthenium also are mentioned as catalyst metals [10]. The disadvantage of this method is that the use of pricy salts of those metals.

A number of works are dedicated to palladium-free activation of the dielectric surface with the assembly of dispersed copper particles using chemical reducing agents [11...13]. The resulting films don't have sufficient electrical conductivity for the electroplating process, and aren't catalysts for chemical nickel plating. This needs the next application of a layer of chemical copper, on which the electroplated nickel is then deposited.

It should be noted that photochemical methods also can be went to activate the dielectric surface. Thus, treatment with solar rays

results in the reduction of silver from its halides [14], [15].

These data show that there are still unsolved problems in existing methods of nickel plating of materials, therefore the creation of latest alternative technologies has relevancy.

#### *Materials and Methods*

Cotton gauze cloth (article No. AA010278), widely used for medical purposes, was used for research. So as to get rid of industrial contamination, the material was pre-prepared by holding it for half-hour in hot (70°C) water. Then, after washing and drying, the samples were cut out. The obtained samples were wetted by dipping for a couple of minutes in  $\text{CuCl}_2$  solution. Then, the sample was placed on a glass or polymer surface and smoothed with a glass stick. The quantity of  $\text{CuCl}_2$  solution introduced into the material was about 0.5 ml/dm<sup>2</sup>. Then, the samples were dried under the influence of sunlight. Sunlight is an electromagnetic ray that features a wavelength from 400 to 700 nm. Light waves also can undergo solid bodies, but their intensity decreases. A crucial characteristic of the rays is that the density of the radiation flux [16]. To work out this value, the SM206-SOLAR radiation meter was used. Studies of the method were administered during a laboratory room, where the temperature was maintained at 25-30°C.

To conduct experiments, the samples were placed perpendicular to the sun's rays and exposed until completely dry. The colour of the sample changed from green (the color of  $\text{CuCl}_2$  solutions) to black. Black color is typical for fine metal particles formed during chemical reduction.

Moreover, the intensity of the black color of the film depends on the concentration of the first  $\text{CuCl}_2$  solution during which the material was wetted. Therefore, the degree of blackening of the film is often used as an indicator of the content of reduced metal particles within the resulting film. Quantitative characteristics of the intensity of black film samples are often determined employing a computer by finding the degree of brightness of the drawing within the work with drawing window. To try to this, photos of samples obtained at various stages of the method were placed on white book and

brightness was added for every sample until the image of the drawing disappeared completely. This added brightness was the degree of blackness (as a percentage) of the film on the sample. For instance, the degree of blackness within the computer's color palette was 100%.

After photochemical treatment, the samples were washed with water to get rid of the reaction byproduct (HCl) and excess  $\text{CuCl}_2$ , and dried at temperature for half-hour. The marginally moistened fabric contained only copper chloride (I). In some experiments, a part of the material surface was shielded with a black polymer washer with a thickness of two mm, which prevents the sun's rays from penetrating the material.

This sample was then placed during a sealed chamber for treatment with phosphine gas ( $\text{PH}_3$ ). Phosphine may be a strong reducer and, when interacting with the surface film, reduces copper (I) chloride to elemental copper and copper phosphide [17]. Additionally, phosphine contributes to the formation of copper phosphide within the surface film, which provides it catalytic properties that allow it to get a chemical nickel coating of the specified thickness that's immune to atmospheric conditions [18].

The structure and composition of films at separate stages of the process were studied using a raster electron microscope ISM-6490-LV (JEOL, Japan). The device allows you to get an electronic image of particles with a size of tens of nanometers, the element composition and the percentage of elements in the surface layers of the film.

#### *Results and Discussions*

To apply nickel coatings to fabrics, the subsequent basic operations are required:

- creating an indelible layer of copper chloride (I) on the surface of the fabric;
- transformation of chloride (I) to copper phosphide;
- obtaining a metal coating by chemical nickel plating.

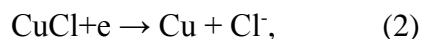
The creation of an indelible layer of copper monochloride on the surface of the material was administered by exposure to radiation on the surface of the material, previously moistened with an answer of  $\text{CuCl}_2$ . The cellulose

that creates up the material contains three alcohol hydroxyl, which in certain cases are often subjected to oxidation. When drying such a cloth under the influence of sunlight, cellulose is photo-oxidized by reaction 1. During this case, the role of the oxidizer is performed by  $\text{CuCl}_2$ .



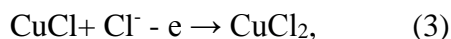
where R – the elementary unit of cellulose.

Monovalent copper chloride is a binary semiconductor, so when photons are exposed to electromagnetic rays of sunlight, some of the electrons passes into the conduction band and acquire the ability to restore monovalent copper



where  $E^0$  – the standard potential of the electrochemical reaction

After that, vacancies remain in the semiconductor, for which only  $\text{CuCl}$  and a water molecule can be used as electron donors. If we consider that the oxidation of water molecules at a pH of less than 7 requires a potential of more than 0.8 V, then the preferred electron donors will be  $\text{CuCl}$  molecules.



The electromotive force of the reaction 2 and 3 is -0.401 V. Therefore, the additional energy received from the sun's rays must provide a real voltage in the system exceeding this value. In this case, a photochemical reaction will occur.



Moreover,  $\text{CuCl}_2$ , when the surface film dries, crystallizes and loses its activity, which is an additional factor contributing to the reaction 4.

The resulting particles of elemental copper give the film a black color characteristic of metals obtained from salt solutions using various reducing agents.

Figure 1 shows photos of a fabric sample before (a) and after (b) applying a photo-

chemical copper film. Measurements of the degree of blackness according to the above method showed that for the original fabric, this value is 22%, and after applying the film, 65%. The formation of a black film on the surface of the tissue shows the possibility of reaction 4.

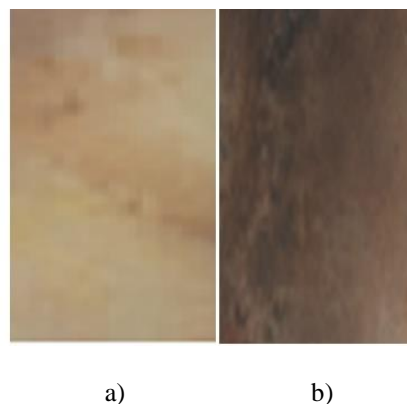


Fig. 1

During subsequent washing with water, the non-reacting 1 part of the original  $\text{CuCl}_2$  is removed. In addition, this leads to the disappearance of the black color of the fabric. Therefore, the secondary  $\text{CuCl}_2$  formed by reaction 4 is not removed during washing, but remains in the structure of the binary semiconductor. Under the influence of water, it is activated again and contributes to the flow of reaction 4 from right to left. This is confirmed by the fact that if the washed fabric is dried again under the sun, the black film appears again. Moreover, the degree of blackness is practically unchanged. Thus, as a result of photochemical processes, a layer of elemental copper (if the fabric is dry) or a layer of monochlorous copper (if the fabric is moistened) is formed on the surface of the fabric.

Electromagnetic rays of the sun can partially penetrate the fabric material, and the oxidation process begins at the surface of the fiber, and then gradually moves to deeper layers, while first the amorphous part is oxidized, and then the crystalline sections. This leads to the fact that the formation of  $\text{CuCl}$  occurs both in the surface and deep layers of the fabric. As a result, there is a good connection between the copper, it and the fabric. Perhaps chemisorption is taking place here.

After treatment with phosphine, the fabric acquired a stable dark color, which did not

change when washed with water. The dark color is characteristic of copper phosphide  $\text{Cu}_3\text{P}$ . Elemental analysis also showed the appearance of phosphorus in the surface film. The analysis also showed the presence of chlorine in the surface film. This may be due to the partial oxidation of copper, which leads to the formation of insoluble basic copper chloride. Moreover, this compound does not affect the process of chemical nickel plating.

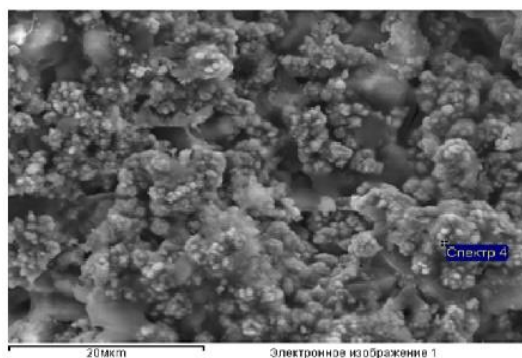


Fig. 2

Chemical nickel plating in the electrolyte usually used in practice made it possible to obtain an electrically conductive film on the fabric without much difficulty. The process was

performed at room temperature for 1 hour. At a loading density of  $2 \text{ dm}^2/\text{l}$ , an electrically conductive coating ( $\rho=7 \times 10^{-7} \text{ Om} \times \text{m}$ ) was obtained (Fig. 2). Visual comparison of the diameters of the outer threads of the fabric in Figure 5 showed an increase of 1.3-1.6 microns. At the same time, high electrical conductivity was both illuminated by the sun's rays, and the reverse side of the fabric.

Spectral analysis of the surface layer showed that the film has a composition characteristic of coatings obtained by chemical nickel plating. At the same time, the fabric has a soft neck, air and moisture permeability, and retains its strength characteristics (Fig. 3, Table 1).

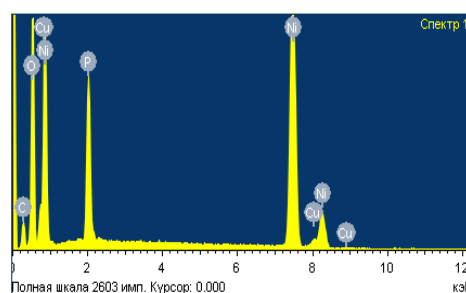


Fig. 3

Table 1

Element	Weight, %	Atomic, %
C	10.35	24.58
O	21.71	38.70
P	8.66	7.98
Ni	57.96	28.15
Cu	1.32	0.59
Total	100.00	

## CONCLUSIONS

The following basic processes were used for nickel plating of cotton fabrics. Pre-soaked in a solution of dichloride of copper were dried by exposure to sunlight. At the same time, due to the influence of electromagnetic waves of solar radiation, cellulose (the main component of the fabric) was oxidized and copper monochloride was formed. The permeability of electromagnetic waves leads to the formation of copper monohydrate on both sides of the fabric. Moreover, copper monochloride is

strongly bound to the fabric and can withstand numerous washings.

## REFERENCES

1. Official web-site of BStudy Education portal. Available online: [https://bstudy.net/675952/meditsina/ekraniruyuschie\\_tkani\\_zaschity\\_elektromagnitnyh\\_izlucheniya](https://bstudy.net/675952/meditsina/ekraniruyuschie_tkani_zaschity_elektromagnitnyh_izlucheniya); URL (accessed on 05 May 2021).
2. Official web-site of Chemical Components Factory "Ekotec". Available online: <https://www.ekotec.ru/product/5158819/>; URL (accessed on 05 May 2021).
3. Morozova A., Selivanov P. Ispol'zovanie nikelirovannogo uglerodnogo volokna v kachestve osnovy oksidno-nikelevogo jelektroda [in Russian: Using

nickel-plated carbon fiber as the base of a nickel oxide electrode]. *Jelektrohimicheskaja jenergetika*. – 3(10), 2010. P.133...136.

4. *William S.* Smart Textile Coatings and Laminates: 2nd Edition, Cambridge, Woodhead Publishing, 2018, 290.

5. Uehl'skij A., Syrkin V., Grebennikov A., Chernyshev E. 2001, Russian Federation Patent No. 2171858.

6. Mareichev A., Kapitonov V., Popov G. 1993, Russian Federation Patent No. 2000680.

7. Official web-site of Ebay. CYBER Faraday Fabric EMF RF RFID Shielding Nickel Copper - 50" x 1' Roll. Available online: <https://www.ebay.com/itm/CYBER-Faraday-Fabric-EMF-RF-RFID-Shielding-Nickel-Copper-50-x-1-Roll-/131893315404> : URL (accessed on 05 May 2021).

8. Official web-site of "RT-Tehnologii". Radar absorbing materials, absorbers of microwave energy for the series ZIPSIL RPM made in Russia. Available online: <https://www.rttex.ru/microwave-absorbers-series/> : URL (accessed on 05 May 2021).

9. *Gapparov Kh., Khomidov I., Fayzieva G.* Vidy i sposoby metallizirovaniya tekstil'nyh materialov dlja poshiva special'noj odezhdy [in Russian: Types and methods of metallized textile materials for sewing special clothing]. *Molodoj uchenyj*. – 11, 2016, 310-313.

10. *Kapitsa M.* Aktivacija poverhnosti dijelektrika [in Russian: Activation of the dielectric surface]. *Tehnologii v jelektronnoj promyshlennosti*. – 5, 2005, 22-25.

11. Pavljukhina L., Zajkova T., Odegova G. 1997, Russian Federation Patent No. 2074536.

12. *Ryashentseva G., Lomovskiy O.* Kataliticheskaja aktivnost' mednyh chastic v reakcii himicheskogo mednenija [in Russian: Catalytic activity of copper particles in the chemical copper plating reaction], *Zhurnal prikladnoj himii*, 71(2), 1998, 264-267.

13. Finaenov A., Zakirova S., Rakhmetulina L., Krasnov V., Nevernaya O. 2016, Russian Federation Patent No. 2588918.

14. *Abdurazova P.A., Nazarbek U.B., Bolysbek A.A., Sarypbekova N.K., Kenzhibayeva G.S., Kambarova G.A., Sataev M.S., Koshkarbaeva Sh.T., Tleuova A.B., Pern, S., Prokopovich P.* Preparation of photochemical coatings of metal films (copper, silver and gold) on dielectric surfaces and studying their antimicrobial properties, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 532, 2017, 63-65.

15. *Sataev M.S., Koshkarbayeva S.T., Abdurazova P.A., Abzhalov R.S., Nazarbek U.B., Issaeva R.A.* Photochemical Method of Depositing Silver Films on the Surface Cotton Fabrics, *Orient J Chem*, 34(6), 2018, 2755-2761.

16. *Melnikov V.* Vozobnovljaemye istochniki jenerгии. Uchebnye materialy dlja lic, primajushih reshenija v stranah Central'no-Aziatskogo regiona [in Russian: Renewable energy source. Training materials for decision makers in the Central Asian region], Almaty, UNESCO Central Asian office, 2011, 225.

17. *Sataev M.S., Syrmanova K.K., Salybaev A.S.* Mehanizm himicheskogo nikelirovaniya osnov, pokrytyh med'-fosfornymi plenkami [in Russian: Mechanism of chemical nickel plating of bases covered with copper-phosphorous films], "Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya" *Russian Journal of Chemistry and Chemical Technology*, 47(4), 2004, 70-71.

18. *Sataev M.S., Koshkarbaeva S.T., Tleuova A.V., Perny S., Aidarova S.V., Prokopovich P.* Novel process for coating textile materials with silver to prepare antimicrobial fabrics, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 412, 2014, 146-151.

Поступила 18.01.22.

---

УДК 613.48:687.1

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_224

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЯСНОГО РЕМНЯ  
НА ТЕПЛОВУЮ ЗАЩИТУ ЧЕЛОВЕКА В ПУХОВОЙ ОДЕЖДЕ**

**STUDY OF THE INFLUENCE OF A WAIST BELT  
ON THERMAL PROTECTION OF A PERSON IN DOWN CLOTHES**

*С.А. КОЛЕСНИК, М.А. ГОНЧАРОВА, И.Ю. БРИНК*

*S.A. KOLESNIK, M.A. GONCHAROVA, I.YU. BRINK*

**(Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
Донского государственного технического университета,  
Государственный региональный центр стандартизации,  
метрологии и испытаний в Ростовской области)**

**(Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of Don State Technical University,  
State Regional Center for Standardization, Metrology and Testing in the Rostov Region)**

E-mail: kolesnik\_sa@mail.ru gonch;1985@yandex.ru; brink.ivan@mail.ru

*Эффективную защиту от экстремально низких отрицательных температур активно действующему человеку, альпинисту или промышленному альпинисту обеспечивает комбинезон. Заложенный в конструкцию производителями поясной ремень, надеваемый поверх для фиксации изделия, сжимает пакет в области талии, уменьшая его толщину на 80...90%, и снижает теплозащитные характеристики комбинезона. Для исследования влияния поясного ремня на тепловую защиту человека в пуховой одежде использован метод математического моделирования процесса теплообмена человека с окружающей средой. Задача сведена к расчету тепловых потерь с идеализированного участка модели тела человека, сечение которой представлено цилиндром с коаксиальным слоем, сжатого или не сжатого поясным ремнем в средней части фигуры. Результаты показали зависимость изменения объема тепловых потерь с поверхности тела человека от толщины пакета материалов, сдавливаемого поясным ремнем, и от ширины сжатого участка.*

*Overalls provide effective protection against extremely low negative temperatures for an active person, climber or industrial climber. The waist belt put into the design by the manufacturers, put on over to fix the product, squeeze the bag in the waist area, reducing its thickness by 80-90%, and reduce the heat-shielding characteristics of the overalls. To study the effect of a waist belt on the thermal protection of a person in down-filled clothing, the method of mathematical modeling of the heat exchange process between a person and the environment was used. The problem is reduced to calculating heat losses from an idealized section of a human body*



*model, the section of which is represented by a cylinder with a coaxial layer, compressed or not compressed by a waist belt in the middle part of the figure. The results showed the dependence of the change in the volume of heat losses from the surface of the human body on the thickness of the materials squeezed package by the waist belt and on the width of the compressed section.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, тепловые потери, защита от низких температур, пуховая одежда, комбинезон, сжатие пакета материалов, толщина пакета материалов.

**Keywords:** mathematical modeling, heat loss, protection from low temperatures, down clothing, overalls, compression of a package of materials, thickness of a package of materials.

### *Введение*

Возросший научный интерес к комплексному анализу зимней одежды в общей системе материальных и духовных ценностей северных народов обусловлен не только историко-культурологическим аспектом, но и желанием перенести функционально-декоративные и конструктивные элементы в современную одежду для защиты от холода в связи с интенсивным освоением северных территорий [1]. В настоящее время известны обстоятельные исследования историко-этнографического, искусствоведческого и культурологического характера, посвященные анализу структурно-семантических и художественно-конструктивных особенностей традиционной зимней одежды северных народов с целью реконструкции комплекса средств индивидуальной защиты от холода [2]. В традиционной одежде народов Севера поясной ремень являлся функциональным конструктивно-декоративным элементом [3], [4], который обеспечивал достаточно места для хранения ценных вещей, таких как кошелек, табак и трубка, нож, что являлось необходимым ввиду отсутствия карманов. В настоящее время поясной ремень утратил свою утилитарную функцию и может присутствовать в зимней одежде как декоративный аксессуар. Р.Ф. Афанасьева [5] указывала на негативное влияние пояса, утягивающего одежду для защиты от холода в районе талии. Такой пояс снижает величину теплопереноса в пододежном пространстве конвективными потоками

воздуха, но уменьшает толщину пакета в области талии.

Эффективную защиту от низких отрицательных температур, в том числе экстремальных, активно действующему человеку, альпинисту или промышленному альпинисту, обеспечивает комбинезон. Его толщина рассчитывается с учетом оптимального распределения наполнителя по участкам тела. По сравнению с комплектом, состоящим из куртки и брюк, в комбинезоне отсутствует дублирование деталей, что положительным образом отражается на его массе, кроме того, комбинезон имеет максимально закрытую конструкцию, что обеспечивает стабильную тепловую защиту человека в любых ситуациях.

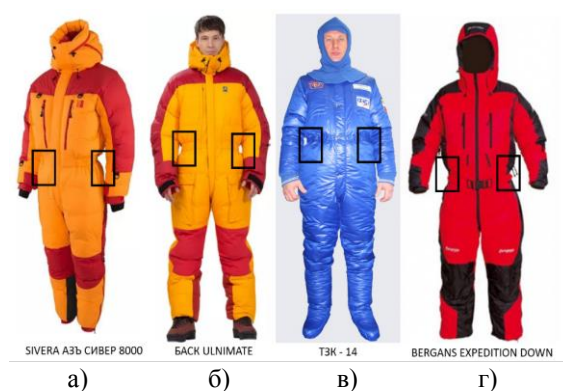


Рис. 1

На рынке представлен достаточно широкий круг комбинезонов для экстремально низких температур, которые можно подразделить на 2 типа: с поясным ремнем или кулисой (рис. 1) и без поясного ремня (рис. 2).



Рис. 2

Можно привести примеры комбинезонов фирм Сивэра "Азь Север" и БАСК "Баск Ultimate", ТЗК 14, "Звезда", прилегание в области талии которых обеспечивается за счет эластичной широкой тесьмы (рис. 1 – а, б, в) или за счет ремня, фиксирующего на талии нижнюю часть комбинезона, фирма Bergans Ehpedition Down (рис. 1 – г). Данные конструктивные элементы, заложенные в конструкцию производителями, сжимают пакет в области талии и тем самым понижают эффективность тепловой защиты. На рис. 1 места сжатия пакета выделены черными прямоугольниками.

Ряд фирм представляют для экстремально низких температур комбинезоны прямого силуэта без дополнительного жесткого прилегания в области талии (рис. 2).



Рис. 3

Red Fox Extreme, Black Yak, Marmot предлагают экспедиционные комбинезоны для высотного альпинизма из мембранной ткани, заполненные гусиным пухом, которые не имеют поясного ремня. Чтобы не зат-

руднять движения человека, возможно, нижняя часть комбинезонов снабжена внутренней системой поддержки, как это выполнено у фирмы Сивэра (рис. 3).

Комбинезон со стороны изнаночной части оснащен поясным ремнем с кулисой и бретелями, поддерживающими брюки и не позволяющими пакету изделия сползать вниз.

Индустрия для активных путешествий представляет одежду с пуховым наполнителем, который является очень легким и мягким материалом [6]. Благодаря своим физико-механическим свойствам пух заполняет весь объем пакета, и в одежде, заполненной пухом, практически отсутствует воздушная прослойка между внутренними слоями и телом человека. Поэтому пояс или эластичная тесьма, сдавливающие талию, не влияют на внутренний конвективный теплоперенос, но уменьшают термосопротивление пакета на сдавленных участках и при этом несут только конструктивную функцию – поддержать нижнюю часть комбинезона.

Цель настоящей статьи – выяснить, в какой мере поясной ремень может влиять на тепловую защиту человека.

#### Методы

Для достижения поставленной цели использован метод математического моделирования процесса теплообмена человека с окружающей средой. Данные методы широко применяются для моделирования теплообмена в системе "человек-одежда-окружающая среда" [7], [8]. В [7] представлены методики расчета процессов теплообмена и определения локальных теплофизических параметров системы "человек – тепловая защита – окружающая среда", в которых учтены возможности пассивной и активной тепловой защиты человека, а также теплофизических и геометрических свойств расчетных элементов одежды в широком диапазоне параметров окружающей среды. В [8] представлен метод оптимизационного математического моделирования, который был успешно применен авторами при проектировании одежды с пуховым наполнителем для защиты от холода. Математическое моделирование позволяет получить прог-

нозное представление параметров системы, при этом сократив большое количество дорогостоящих экспериментов. Последовательность расчета тепловой защиты человека в РФ основывается на ГОСТ Р 12.4.303–2016 [9].

В представленном исследовании разработана имитационная модель теплообмена "человек – одежда – окружающая среда", которая позволяет моделировать тепловые процессы на геометрической модели человека в области талии при надетом поясном ремне, и позволяет установить основные зависимости тепловых потерь, обусловленных шириной поясного ремня и степенью сдавленности под ним пакета одежды. Снижение тепловой защиты может происходить у человека за счет сжатия пакета в зонах прилегания поясного ремня, плотно надетого поверх комбинезона. Толщина пакета может уменьшаться в зонах прилегания ремня на 80...90%, что снижает термосопротивление сжатого участка одежды и в целом оказывает влияние на общее тепловое состояние человека.

В результате проведенного исследования мы должны ответить на следующие вопросы.

1. На какую величину возрастает поток тепла с тела человека под сдавленным участком пакета по сравнению с аналогичным несдавленным пакетом?

2. На сколько процентов увеличиваются общие тепловые потери человека в комбинезоне, сдавленном поясным ремнем по сравнению с несдавленным?

3. Какова зависимость тепловых потерь человека от ширины сдавленного участка одежды?

4. Какова зависимость тепловых потерь от толщины сдавленного участка одежды под ремнем?

Для определения сравнительных характеристик тепловой защиты одежды с несжатым и сжатым в области талии пакетом необходимо задаться величиной теплопродукции человека  $Q$ , которая будет принята за базовую, для которой рассчитывается средняя толщина одежды  $\delta$ , с учетом заданной отрицательной температуры окружаю-

щей среды  $T_b$ , и заданной средней комфортной температуры кожи человека  $T_k$ , по методике [9] (рис 4-а).

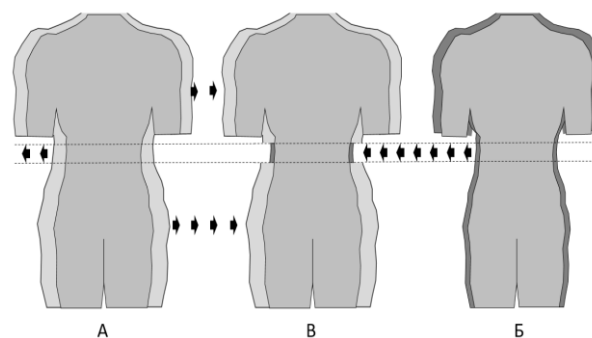


Рис. 4

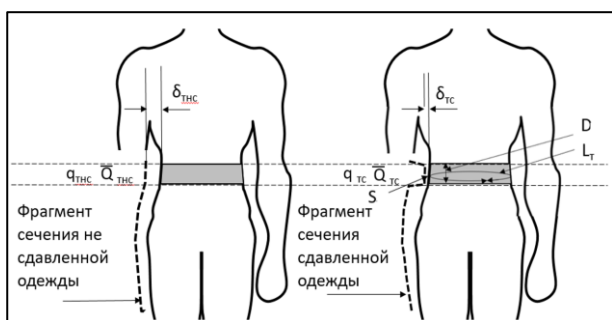
На рис. 4 показано фронтальное сечение тела человека в одежде: А – в несдавленном поясным ремнем одежде; Б – в одежде, имеющей толщину участка, сдавленного поясным ремнем участком; В – в одежде с поясным ремнем, сдавливающим участок одежды на талии.

После этого решается обратная задача, аналогично методике, изложенной в [11], определяется теплопродукция человека  $Q_c$ , необходимая для поддержания заданной температуры кожи для средней толщины одежды, равной толщине сжатого под ремнем пакета  $\delta_{сж}$ , для той же температуры окружающей среды (рис. 4-б).

Затем из двух моделей комбинируется модель 4-в, в которую входят соответствующие участки моделей 4-а и 4-б, с соответствующими долями тепловых потоков с поверхности тела человека. Затем определяется теплопродукция человека, которая будет необходима в одежде в сдавленном ремнем состоянии  $Q_{сж}$ , и будет обеспечивать среднюю заданную температуру кожи человека (рис. 4-в).

Иными словами, мы из модели тела человека А (рис. 4) вырезаем участок талии с несдавленным пакетом, вычитая долю теплопродукции, относящуюся к этому участку, и вместо него вставляем участок модели Б с толщиной сжатого пакета, соответственно с долей теплопродукции, относящейся к этому участку. Общая теплопродукция будет равна сумме теплопродукций.

При таком расчете делается допущение об аддитивности теплофизических параметров модельного представления и считается, что коэффициент теплопроводности пакета пренебрежимо мало изменяется при сжатии.



а) б)  
Рис. 5

На рис. 5 схематично представлено фронтальное сечение фигуры человека с фрагментом сечения одежды с поясным ремнем шириной  $D$ , надетым на талию с обхватом  $L_T$ , который сжимает пакет в области талии, уменьшая тепловую защиту тела в данной области на площади  $S$ , и детализированы переменные, которые будут использоваться при построении алгоритма расчета тепловых параметров модели тела человека в комбинезоне, сжатого и не сжатого поясным ремнем (а – не сжатой поясным ремнем; б – сжатой поясным ремнем):  $S$  – площадь участка под поясным ремнем,  $m^2$ ;  $D$  – ширина поясного ремня,  $m$ ;  $L_T$  – обхват участка под поясным ремнем на талии,  $m$ ;  $\delta_{Tnc}$  – средняя толщина не сжатого пакета одежды на талии,  $m$ ;  $q_{Tnc}$  –

удельная плотность теплового потока с поверхности тела человека в области талии в не сжатом пакете одежды,  $Вт/м^2$ ;  $Q_{Tnc}$  – потери тепла в не сжатом пакете одежды на талии,  $Вт$ ;  $\delta_{Tc}$  – средняя толщина сжатого пакета одежды на талии,  $m$ ;  $q_{Tc}$  – удельная плотность теплового потока с поверхности тела человека в области талии в сжатом пакете одежды,  $Вт/м^2$ ;  $Q_{Tc}$  – потери тепла в сжатом пакете одежды на талии,  $Вт$ ).

С учетом вышесказанного задача будет сводиться к расчету тепловых потерь с идеализированного участка модели тела человека, сечение которой представляется цилиндром с коаксиальным слоем, сжатого или не сжатого поясным ремнем в средней части фигур – рис. 6 (идеализированное представление фрагмента геометрической модели части тела в области талии, сжатого и не сжатого поясным ремнем).

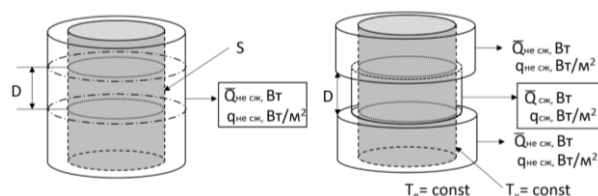


Рис. 6

В модельном представлении обхват участка под поясным ремнем на талии принят  $0,84 m$  согласно среднему значению размера  $176-100-88$  по классификации типовых фигур мужчин по [10], что соответствует значению радиуса горизонтального сечения человека в области талии,  $r_T = 0,134 m$ , в идеализированном представлении туловища человека в виде цилиндра.

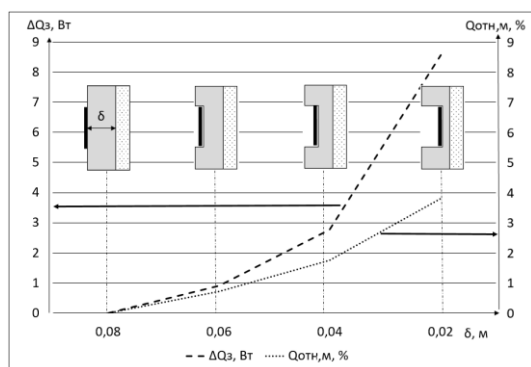


Рис. 7

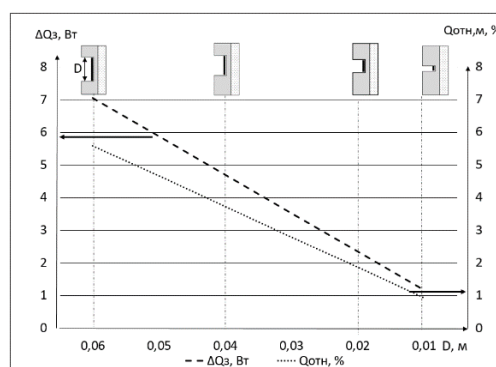


Рис. 8

Для математической модели принято следующее обобщение. В качестве объекта использован мужчина, возрастом 30 лет, с параметрами фигуры, приближенной к условно-типовой с размерами 176-100-88, занимающийся физической деятельностью с величиной общих энергозатрат, равной 200-210 Вт.

#### *Результаты и обсуждения*

На рис. 7 (абсолютное  $\Delta Q_3$ , Вт, и относительное  $\Delta Q_{отн}$ , %, изменение тепловых потерь с поверхности тела человека в зависимости от толщины пакета под поясным ремнем) и рис. 8 (абсолютное  $\Delta Q_3$ , Вт, и относительное  $\Delta Q_{отн}$ , %, изменение тепловых потерь с поверхности тела человека в зависимости от ширины поясного ремня) представлены графики, которые показывают степень увеличения теплового потока с поверхности тела человека в абсолютном (Вт) и в относительном (%) выражениях в зависимости от толщины пакета в области сжатия поясным ремнем и в зависимости от ширины поясного ремня, сдавливающего пакет.

Сила стягивания поясного ремня влечет за собой уменьшение толщины пакета материалов, расположенного под ремнем, а соответственно увеличение теплопотерь с поверхности рассматриваемого участка тела человека (рис. 7). В результате установлено, что при сдавливании пакета общие потери тепла с поверхности тела человека растут экспоненциально и могут увеличиваться по сравнению с несдавленным пакетом толщиной 0,08 м до 8-9 Вт, что соответствует увеличению общих теплопотерь на 4%.

Анализ графика, представленного на рис. 8, демонстрирует зависимость тепловых потерь от ширины сдавливающего ремня при неизменной толщине пакета под ремнем, принятой в расчетах равной 0,02 м. Согласно графику тепловые потери изменяются линейно в зависимости от ширины ремня. При ширине сдавливающего поясного ремня, равной 6 см, общие теплопотери увеличиваются на 7Вт или на 5,5%. При уменьшении ширины ремня до 1 см они увеличиваются соответственно на 1,2 Вт или 1%.

Но величина общих теплопотерь может варьироваться в условиях изменения исходных данных – величины энергозатрат (вида деятельности), пола, возраста, роста и веса объекта.

## ВЫВОДЫ

Результаты проведенного исследования показали зависимость изменения общих тепловых потерь с поверхности тела человека от толщины пакета материалов, сдавливаемого поясным ремнем, и от ширины сжатого участка. Такая зависимость позволяет прогнозировать теплозащитные свойства одежды с пуховым наполнителем при расширении ассортиментного ряда выпускаемой продукции путем применения разнообразных конструктивных вариантов и различного использования параметров аксессуаров.

Таким образом, установлено, что необходимую защиту от теплопотерь может обеспечить конструкция комбинезона с минимальным сдавливанием пакета в области талии – с разницей в толщине от 0 до 0,02м между средневзвешенной толщиной пакета и участком в области талии, а также минимально возможная ширина поясного ремня. Необходимо подбирать такие конструктивные элементы в районе талии, которые смогут обеспечить посадку комбинезона без стягивания в области талии. В этом случае целесообразно формирование конструктива пухового изделия в области талии таким образом, чтобы пата, либо локальная кулиса с эластичной тесьмой, либо поясной ремень располагались в пододежном пространстве комбинезона, не сдавливая пакет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. King J.C.H., Pauksztat B., Storrie R. Arctic Clothing of North America-Alaska, Canada, Greenland. Copyright Date: 2005 Published by: McGill-Queen's University Press. Pages: 160. Доступно по ссылке: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt9qf392>
2. Pokatilova S., Petrova Y., Andreeva A., Afanasev N. Traditions of the Yakut winter clothing, Traditions of the Yakut winter clothing. International Conference on Man-Power-Law-Governance: Interdisciplinary Approaches (MPLG-IA 2019) Atlantis Press. Доступно по ссылке: <https://doi.org/10.2991/mplg-ia-19.2019.31>

3. Tom G. Svensson. Clothing in the Arctic: A Means of Protection, a Statement of Identity. Arctic Vol. 45, No. 1 (Mar., 1992). P. 62...73. Доступно по ссылке <https://doi.org/10.14430/arctic1374>

4. Hochstrasser-Petit Ch., Romanova L., Duchesne Sylvie, Melnichuk O., Gérard P. Yakut clothes of the 17th and 18th centuries, archaeology and restitution // Vestnik arheologii, antropologii i etnografii, Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2020, 2020 (4), pp.131 - 147. Доступно по ссылке: <http://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-51-4-12>

5. Афанасьева Р.Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. – М.: Легкая индустрия, 1977.

6. Fuller M.E. The structure and properties of down feathers and their use in the outdoor industry/ School of Design The University of Leeds Under the supervision of Dr Ningtao Mao, Dr Mark Taylor, Professor Stephen Russell. – April 2015.

7. Чичиндаев А.В., Хромова И.В. Теплообмен в системе "Человек-одежда-окружающая среда" в условиях низких температур. – Новосибирск: Из-во НГТУ, 2018.

8. Бринк И.Ю., Богданов В.Ф., Колесник С.А. Основы проектирования тепловой защиты аутдор-снаряжения. ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Новочеркасск: Лик, 2016.

9. Одежда специальная для защиты от пониженных температур: ГОСТ Р 12.4.303–2016. – [Введен в действие от 2019-07-01]. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2016. – (Межгосударственный стандарт).

10. Изделия швейные, трикотажные, меховые. Фигуры мужчин типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. Технические условия: ОСТ 17-325–86. [Введен в действие от 1987-07-01]. М.: ЦНИИТЭИглегпром, 1987.

11. Баквалов Ю.А., Горбатенко Н.И., Гречихин В.В. Обратные задачи электротехники. // Изв. вузов. Электромеханика. – Новочеркасск, 2014.

## REFERENCES

1. King J.C.H., Pauksztat B., Storrie R. Arctic Clothing of North America-Alaska, Canada, Greenland. Copyright Date: 2005 Published by: McGill-Queen's University Press. Pages: 160. Dostupno po ssylke: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt9qf392>

2. Pokatilova S., Petrova Y., Andreeva A., Afanasev N. Traditions of the Yakut winter clothing, Traditions of

the Yakut winter clothing. International Conference on Man-Power-Law-Governance: Inter-disciplinary Approaches (MPLG-IA 2019) Atlantis Press. Dostupno po ssylke: <https://doi.org/10.2991/mplg-ia-19.2019.31>

3. Tom G. Svensson. Clothing in the Arctic: A Means of Protection, a Statement of Identity. Arctic Vol. 45, No. 1 (Mar., 1992). P. 62...73. Dostupno po ssylke <https://doi.org/10.14430/arctic1374>

4. Hochstrasser-Petit Ch., Romanova L., Duchesne Sylvie, Melnichuk O., Gérard P. Yakut clothes of the 17th and 18th centuries, archaeology and restitution // Vestnik arheologii, antropologii i etnografii, Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2020, 2020 (4), pp.131 - 147. Dostupno po ssylke: <http://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-51-4-12>

5. Afanas'eva R.F. Gigienicheskie osnovy proektirovaniya odezhdyy dlya zashchity ot kholoda. – М.: Legkaya industriya, 1977.

6. Fuller M.E. The structure and properties of down feathers and their use in the outdoor industry/ School of Design The University of Leeds Under the supervision of Dr Ningtao Mao, Dr Mark Taylor, Professor Stephen Russell. – April 2015.

7. Chichindaev A.V., Khromova I.V. Teploobmen v sisteme "Chelovek-odezhda-okruzhayushchaya sreda" v usloviyakh nizkikh temperatur. – Novosibirsk: Iz-vo NGTU, 2018.

8. Brink I.Yu., Bogdanov V.F., Kolesnik S.A. Osnovy proektirovaniya teplovoy zashchity auldorsnaryazheniya. ISOiP (filial) DGTU v g. Shakhty. – Novocher-kassk: Lik, 2016.

9. Odezhda spetsial'naya dlya zashchity ot ponizhennykh temperatur: GOST R 12.4.303–2016. – [Vveden v deystvie ot 2019-07-01]. – М.: Izd-vo Standartinform, 2016. – (Mezhgosudarstvennyy standart).

10. Izdeliya shveynye, trikotazhnye, mekhovye. Figury muzhchin tipovye. Razmernye priznaki dlya proektirovaniya odezhdyy. Tekhnicheskie usloviya: OST 17-325–86. [Vveden v deystvie ot 1987-07-01]. М.: TsNIITEIgleprom, 1987.

11. Bakhvalov Yu.A., Gorbatenko N.I., Grechikhin V.V. Obratnye zadachi elektrotekhniki. // Izv. vuzov. Elektromekhanika. – Novocher-kassk, 2014.

Статья опубликована по материалам Смартекс. Поступила 29.11.21.

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ  
ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПУТЕМ  
АВТОМАТИЗАЦИИ ОКАНТОВОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ**

**IMPROVEMENT OF LIGHT INDUSTRY PARTS  
PROCESSING METHOD BY FRINGING OPERATIONS AUTOMATION**

*А.С. КОЗЛОВ, С.Ю. КИСЕЛЕВ,  
А.А. КУЛАКОВ, Н.А. МАКАРОВА, Д.В. ГОРЯЧКИН*

*A.S. KOZLOV, S.YU. KISELEV,  
A.A. KULAKOV, N.A. MAKAROVA, D.V. GORYACHKIN*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: askozlov53@mail.ru; kiselev s u@mail.ru; akulakov-07@yandex.ru;  
d212sovet@mail.ru; 52025rotaohrani@mail.ru

*В статье рассмотрены принципы и способы обработки краев/срезов деталей изделий легкой промышленности, представлены наиболее часто используемые виды швов для проведения окантовки деталей, приспособления и устройства, позволяющие осуществлять окантовочные операции. Одним из существенных недостатков рассмотренных окантовывателей является их неуниверсальность, а также проблема, связанная с несинхронным продвижением окантовочной полоски и обрабатываемой детали, что влияет на равномерность длины стежка, а следовательно, на качество получаемой строчки.*

*В связи с этим целью данной статьи является усовершенствование способа продвижения окантовочной полоски и обрабатываемой детали, достижение равномерности длины стежка для обеспечения постоянства качества строчки, расширение технологических возможностей устройств для окантовывания краев/срезов обрабатываемых деталей за счет использования окантовочных материалов различных структур и свойств, включая материалы с высокой поверхностной плотностью.*

*В соответствии с поставленной целью в работе решаются следующие задачи: анализ приспособлений, применяемых для окантовочных операций, выявление их принципиальных недостатков; рассмотрение причин, затрудняющих проведение окантовочных операций; усовершенствование способа обработки краев/срезов деталей изделий; разработка приспособления с расширенными технологическими возможностями для повышения качества проведения окантовки деталей изделий.*

*The article discusses principles and methods of processing edges/cuts of light industry products parts, presents the most commonly used types of seams for edging parts, devices and devices that allow for edging operations. One of the significant disadvantages of the edging elements discussed is their non-versatility, as well as the problem associated with the unsynchronous advancement of the edging strip and the workpiece, which affects the uniformity of the stitch length, and therefore the quality of the resulting stitch.*

*In this regard, the purpose of this article is to improve the method of advancing the fringing strip and the workpiece, to achieve uniformity of stitch length to ensure consistent stitch quality, to enhance the processing capabilities of the edge/slice edging devices of the workpiece by using fringing materials of various structures and properties, including materials with high surface density.*

*In accordance with the set goal, the following tasks are solved in the work: analysis of devices used for fringing operations, identification of their fundamental shortcomings; Consideration of the reasons that make fringing operations difficult; improved method of processing edges/cuts of parts of articles; development of accessory with extended technological capabilities to improve quality of part edging.*

**Ключевые слова:** способ, край/срез, деталь, окантовочная полоска, тесьма, устройство, приспособление, окантовочные операции, универсальность, длина стежка, равномерность длины стежка, качество строчки, усилие транспортировки, сила трения.

**Keywords:** way, edge/cut, detail, edging strip, tape, device, adaptation, edging operations, universality, stitch length, uniformity of length of a stitch, quality of a line, transportation effort, friction force.

При обработке деталей изделий швейной и обувной промышленности большинство операций, например, таких, как направление заготовок при прошивании, подгибка краев деталей, прокладывание окантовочной ленты и т.п., выполняется в ручном режиме. Большой процент таких операций относится к обработке срезов деталей изделий.

Для предотвращения осыпания открытых срезов деталей, улучшения внешнего вида и повышения прочности края широко применяется окантовывание [1].

Окантовывание заключается в обработке края/среза детали полоской/тесьмой из материалов различных структур, плотности, толщины, фактуры лицевой поверхности, таких как искусственная, синтетическая или натуральная кожи, ткани, полимерные пленки. Обрабатываемый край обстрачивают окантовочной полоской/тесьмой челночным стачивающим стежком. Длина стежка может составлять от 2 до 5 мм, ширину окантовочной полоски/тесьмы подбирают в зависимости от вида и материала изделия [2].

Для обработки низа юбок и брюк, горловин, пройм, краев накладных карманов могут применяться различные виды окантовочных швов [3], примеры изображений которых представлены на рис. 1.



Рис. 1

Вопросам обработки краев/срезов деталей начали уделять внимание с 80-х гг. Советскими изобретателями было разработано приспособление для крепления окантовывателя на швейной машине. Отличительной особенностью приспособления являлось наличие пяти регулировок. Такая система регулировок позволяла проводить окантовывание срезов деталей, используя ткани различных структур, при их раскрое под различными углами, а также расширять технологические возможности применяемого оборудования. Регулировки осуществлял механик, учитывая особенности окантовывающей полоски и того, как она проходит через окантовыватель.

Другое приспособление для окантовки полоской ткани срезов деталей позволяло



окантовывать срезы/края деталей изделий за один прием. Оператор через фиксатор проводил полоску хлопчатобумажной или шелковой ткани шириной 30 мм в рабочую зону приспособления и через паз в основании принудительно смещал ее к формирующей головке. Конфигурация, размеры и взаимное расположение деталей (уклон охватываемой направляющей не более 30°) обеспечивал требуемую деформацию полосы, ее подгибку и подачу в зону стежкообразования.

При использовании данного приспособления уменьшалось усилие протягивания ткани, количество вспомогательных операций, упрощалась конструкция приспособления, его крепление на швейной машине.

Приспособление для окантовки срезов деталей, содержащее корпус, на котором смонтирована формирующая головка, две прижимные подпружиненные пластины, верхний и нижний ограничители, позволяло улучшить качество обработки срезов/краев деталей за счет асимметричной заправки полоски ткани. Это достигалось тем, что одна из прижимных пластин имела боковые кромки, загнутые внутрь. Конфигурация, размеры, взаимное расположение ограничителей и прижимных пластин обеспечивали качественное выполнение процесса подгибки окантовочной полоски и ее подачи в зону стежкообразования [4], [5].

Недостатком перечисленных приспособлений, а также подобных устройств является их ограниченность применения, то есть при проведении окантовочных операций возможно использовать окантовочную полоску только из одного материала. При этом невозможно обеспечить высокое качество окантовки, так как при изменении типов окантовочных тканей происходит деформация окантовочных полосок, особенно при использовании полосок из эластичных тканей или толстых материалов, например, таких как кожи. При этом продвижение окантовочной полоски в формователе не регулируется в соответствии с продвижением обрабатываемой детали изделия, что приводит к неравномерной окантовке и перекашиванию окантовочной полоски, тем самым не обеспечивается равно-

мерность длины стежка, а следовательно, не обеспечивается получение качественной строчки.

Для обеспечения постоянной длины стежка транспортирующие органы швейной машины должны преодолеть силы трения, возникающие при транспортировке детали и протягивания тесьмы из окантовывателя [6].

В рассмотренных выше устройствах [4], [5] процесс транспортировки детали и окантовочной тесьмы происходит одновременно зубчатой рейкой после выхода иглы из материала. При этом усилие транспортировки  $F_{\text{трансп}}$  должно преодолеть силы трения  $F_{\text{тр}}$ , возникающие при перемещении детали относительно прижимной лапки машины  $F_1$  и силы трения  $F_2$ , которая возникает при контакте тесьмы с рабочими поверхностями окантовывателя:

$$F_{\text{трансп}} \geq F_{\text{тр}} \geq F_1 + F_2, \quad (1)$$

$$F_1 = N\mu + T_1, \quad (2)$$

где  $N$  – давление прижимной лапки на деталь;  $\mu$  – коэффициент трения между деталью и рейкой;  $T_1$  – сопротивление перемещению детали относительно платформы машины;  $F_2$  – сила трения окантовочной тесьмы с окантовывателем, зависящая от количества поверхностей контакта тесьмы с окантовывателем и физико-механических свойств материала тесьмы.

С целью уменьшения  $F_{\text{трансп}}$  транспортировку детали и окантовочной тесьмы целесообразно смещать по фазе.

Авторами [7] предложен способ транспортировки детали рейкой после выхода иглы из материала, а вытягивание тесьмы из окантовывателя – во время нахождения иглы в материале при движении рейки под игольной пластиной на работника.

На рис. 2 представлена конструктивная схема устройства для установки окантовывателя на швейной машине, где 1, 13, 14 – валы; 2, 3 – опоры; 4 – окантовыватель; 5 – кронштейн; 6 – паз; 7 – ползун; 8 – палец; 9, 18, 19 – винты; 10 – рычаг; 11 – вилка; 12 – рейка; 15, 17 – коромысла; 16 – ползун; 20 – игольная пластина.

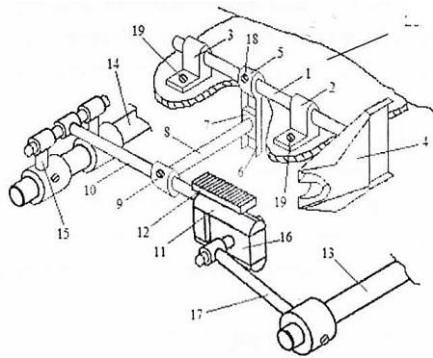


Рис. 2

Приспособление для установки окантовывателя на швейной машине состоит из вала 1, перемещающегося возвратно-поступательно в опорах 2, 3, винтами 19 закрепленных на платформе 20 швейной машины. На конце вала 1 жестко закреплен окантовыватель 4, в котором заправлен материал для обработки края детали (окантовочный материал и обрабатываемая деталь на схеме не показаны).

На валу 1 винтом 18 закреплен кронштейн 5 с прямолинейным пазом 6, по которому перемещается ползун 7, шарнирно соединенный с пальцем 8. Палец 8 винтом 9 крепится на рычаге 10 с вилкой 11, на котором закреплена рейка 12. Рычаг 10 с рейкой 12 получают движение по эллипсу от валов 13 и 14 механизма перемещения материала швейной машины, через коромысло 17, ползун 16, вставленный в вилку 11 и коромысло 15.

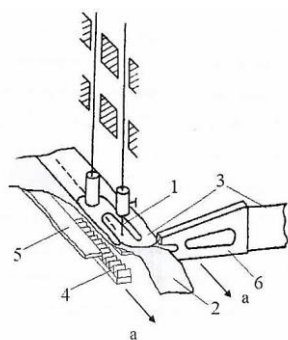


Рис. 3

В процессе работы швейной машины, когда игла 1 (рис. 3 – схема движения звеньев устройства во время вытягивания тесьмы из окантовывателя: 1 – игла; обрабатываемый материал; 3 – окантовочная

тесьма; 4 – рейка; 5 – игольная пластина) прокалывает обрабатываемый материал 2 с окантовочной тесьмой 3, рейка 4 опускается ниже игольной пластины 5 и перемещается на работника (стрелка "а").

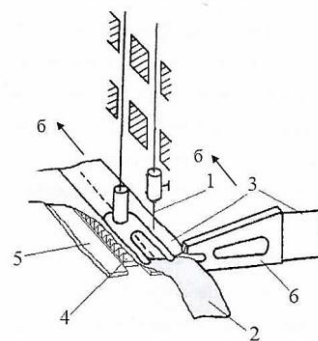


Рис. 4

Вместе с рейкой 4 перемещается окантовыватель 6, что позволяет вытянуть тесьму 3, удерживаемую иглой 1, из окантовывателя. При выходе иглы 1 из материала 2 и тесьмы 3 (рис. 4 – схема движения звеньев устройства во время транспортировки детали и тесьмы: 1 – игла; обрабатываемый материал; 3 – окантовочная тесьма; 4 – рейка; 5 – игольная пластина) рейка 4 начинает перемещаться от работника (стрелка "б") и транспортирует материал 2 с вытянутой из окантовывателя тесьмой 3 на величину стежка.

Это позволяет уменьшить усилие транспортировки материала 2, так как тесьма 3 предварительно вытянута. Таким образом, улучшается качество выполняемой операции за счет обеспечения стабильности длины стежка, особенно при использовании тесьмы с высокой поверхностной плотностью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Слюсарева Е.А., Москаленко Н.Г. Начальная обработка деталей швейных изделий (часть 2). – Благовещенск: АмГУ, 2017.
2. Сурикова М.В. Использование технологической оснастки в швейной промышленности. – Иваново: ИГТА, 2010.
3. Бодяло Н.Н. и др. Технология швейных изделий. – Витебск: УО "ВГТУ", 2012.
4. Козлов А.С., Макарова Н.А., Горячкин Д.В. Устройство для обработки краев деталей с расширенными технологическими возможностями // Сб.

мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020). – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2020. – Часть 2.

5. Edge-folding core penetrating device for garment processing. Int. Class D05B 35/00 Appl. No 201920678084.2 CO., LTD. Inventor YU X1AO11ONG. CN 210262262 - 07.04.2020.

6. Глазунов В.Ф. Математическая модель процесса деформации упругого транспортируемого материала под действием сил трения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 3. С. 223...226.

7. Козлов А.С., Макарова Н.А. Горячкин Д.В. Приспособление для крепления окантовывателя на швейной машине. Патент RU 198 787 U1, D05B 35/06, 2020, бюл. № 22.

#### REFERENCES

1. Slyusareva E.A., Moskalenko N.G. Nachal'naya obrabotka detaley shveynykh izdeliy (chast' 2). – Blagoveshchensk: AmGU, 2017.

2. Surikova M.V. Ispol'zovanie tekhnologicheskoy osnastki v shveynoy promyshlennosti. – Ivanovo: IGTA, 2010.

3. Bodyalo N.N. i dr. Tekhnologiya shveynykh izdeliy. – Vitebsk: UO "VGTU", 2012.

4. Kozlov A.S., Makarova N.A., Goryachkin D.V. Ustroystvo dlya obrabotki kraev detaley s rasshirennymi tekhnologicheskimi vozmozhnostyami // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2020). – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2020. – Chast' 2.

5. Edge-folding core penetrating device for garment processing. Int. Class D05B 35/00 Appl. No 201920678084.2 CO., LTD. Inventor YU X1AO11ONG. CN 210262262 - 07.04.2020.

6. Glazunov V.F. Matematicheskaya model' protsessa deformatsii uprugogo transportiruемого materiala pod deystviem sil treniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, № 3. S. 223...226.

7. Kozlov A.S., Makarova N.A. Goryachkin D.V. Prispособlenie dlya krepneniya okantovyvatel'ya na shveynoy mashine. Patent RU 198 787 U1, D05B 35/06, 2020, byul. № 22.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 11.11.21.

УДК 677.014

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_235

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ\*

### SOLUTION OF PROBLEMS OF WORKWEAR FOR TORCRETING USING ELECTROSTATICS

*В.Я. МИЩЕНКО, А.Л. СЕМЕНОВ, Д.В. ЛОБОДА*

*V.YA. MISHCHENKO, A. L. SEMENOV, D. V. LOBODA*

**(Воронежский государственный технический университет)**

**(Voronezh State Technical University)**

E-mail: ala\_sem@mail.ru

***В технологии индустриального строительства давно и успешно применяется торкретирование. Группой ученых был разработан инновационный метод нанесения торкрет-бетона на ограждающие конструкции с приме-***

\* Работа поддержана проектом № 3.1.1.1 Плана фундаментальных исследований Российской архитектурно-строительной академии на 2021-2023 гг. и Министерства строительства и коммунального хозяйства Российской Федерации. Исследования, результат которых изложен в данной работе, проводились с использованием оборудования ЦКП имени проф. Ю.М. Борисова ВГТУ, при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, проект № 075-15-2021-662.

\* This research was supported by Project # 3.1.1.1 within the 2021-2023 Plan of Fundamental Research of the Russian Academy of Architecture and Civil Engineering and Ministry of Civil Engineering and Public Utilities of the Russian Federation. The experimental studies have been carried out using the facilities of the Collective Research Center named after Professor Yu.M. Borisov, Voronezh State Technical University, which is partly supported by the Ministry of Science and Education of the Russian Federation, Project No 075- 15-2021-662.

*нением технологии электростатического электричества для снижения отскока материала. Есть большой зарубежный и отечественный опыт применения таких методов в лакокрасочном производстве, но с внедрением новой технологии успешный опыт нанесения окрашивающих веществ предлагается перенести в торкретирование ограждающих конструкций. Несмотря на очевидный экономический эффект от использования такого способа нанесения, работа с электричеством сопряжена с рядом опасностей. Так, возникает необходимость в спецодежде, которая бы выполняла роль клетки Фарадея и защищала специалиста как от поражения током, так и от вредного воздействия электромагнитного поля. В статье предлагается использовать инновационные антистатические ткани, в которых мастер по торкретированию мог длительное время безопасно работать в условиях контакта с электростатикой.*

*Shotcrete has been successfully used in industrial construction technology for a long time. A group of scientists has developed an innovative method of applying shotcrete to building envelopes using electrostatic electricity technology to reduce material rebound. There is a large foreign and domestic experience in the application of such methods in paint and varnish production, but with the introduction of a new technology, it is proposed to transfer the successful experience of applying coloring substances to the gunning of enclosing structures. Despite the obvious economic effect of using this method of application, working with electricity is fraught with a number of dangers. So, there is a need for overalls that would perform the role of a Faraday cage and protect a specialist from both electric shock and the harmful effects of an electromagnetic field. The article proposes the use of innovative anti-static fabrics, in which the gunning master could safely work for a long time under conditions of contact with electrostatics.*

**Ключевые слова:** спецодежда, торкретирование, электростатика, трибо- статика, клетка Фарадея, антистатика, скин-эффект, защитная одежда, MXene.

**Keywords:** overalls, gunning, electrostatics, tribostatics, Faraday cage, anti- static, skin effect, protective clothing, MXene.

В настоящее время все большую популярность приобретают технологии набрызга бетона на различные конструкции, откосы, ограждающие сооружения, своды тоннелей. Применение такого способа нанесения смесей связано с довольно высоким отскоком и соответственно с потерей части материала, который повторно уже не используется. Группой ученых был разработан способ предотвращения отскока, увеличения плотности усадки частиц является торкретирование с применением электростатической зарядки распыляемого материала [1], [5], [6].

Электростатическая зарядка материала давно и успешно применяется при электростатической покраске. Между окрашиваемой поверхностью и распыляемой краской создается разность потенциалов, движение частиц осуществляется по возникающим силовым линиям. Частички краски, стремясь компенсировать потенциал, заполняют поверхность окрашиваемого материала, в первую очередь, свободную от краски, тем самым наиболее выгодно компенсируя разность потенциалов. Таким образом, окрашивание осуществляется наиболее ровным и упорядоченным слоем [7].

При торкретировании с применением электростатики задача несколько иная. Разность потенциалов создается в основном за счет зарядки положительным (или отрицательным) зарядом подаваемого раствора в торкрет-форсунке. Поверхность для набрызга заземляется. Заземление осуществляется за счет проливания торкретируемой поверхности водой, связи с металлической арматурой. Эффективность процесса электростатического торкретирования по одному из существенных факторов обусловлена емкостью конструкции к снятию потенциала от заряженных частиц набрызгиваемого торкрет-бетона. Зарядка частиц торкрет-бетона имеет импульсную составляющую. Зарядка происходит в момент прохода торкрет бетона через форсунку с интегрированной изолированной обкладкой заряжающего конденсатора высокого напряжения. Разрядка также имеет максимальное значение в момент контакта заряженной частицы с поверхностью.

Данное распределение заряда объясняется согласно закону Кулона.

Таким образом, изменение вектора движения частички торкрет-бетонной смеси при превышении кинетического порога удержания частички на поверхности гасится обратным импульсным погашением заряда частицы на заземленной поверхности.

Частицы заряжаются на этапе распыления различными способами.

1. Прямой изолированный от внешней среды потенциал различной мощности (от 20 до 150 кВольт), который создает мощное электромагнитное поле и обеспечивает проходящему потоку торкрет-смеси передачу необходимого количества электронов, достаточных для эффективного удержания частиц при их контакте с поверхностью.

2. Ионизированный газ, который заряжается потенциалом ранее и в процессе смешивания, равномерно распределяет заряд по торкрет-бетону.

3. Трибостатическая зарядка, где заряд частички торкрет-бетона получают путем трения при пневмотранспорте сухой смеси и в последующем при вращении в форсунке.

Создаваемый потенциал в торкрет-смеси любым из перечисленных способов при незначительных объемах торкретирования не является критически опасным для жизнедеятельности человека, но может создавать серьезный дискомфорт в работе, что связано с работой с током высокого напряжения, а также накоплением электростатического электричества на одежде.

Таким образом, торкретирование с применением электро- или трибостатики с одной стороны, повысит эффективность работы, снизит потерю материала при отскоке, но, с другой, вызовет необходимость в спецодежде, которая защищала бы не только от загрязнений, но и от воздействия электромагнитных полей.

В настоящее время в РФ действует целый ряд государственных стандартов, которые описывают стандарты работы человека в опасных электромагнитных условиях. Это ГОСТ (12.1.002–84, 12.1.006–84, 12.1.045–84 и др.), различные СанПиН, ориентировочные безопасные уровни воздействия переменных магнитных полей разных частот (ОБУВ), ПДУ и другие нормативные документы в области электробезопасности. Они устанавливают ограничения по продолжительности и уровню воздействия электромагнитного поля на организм человека. Кроме того, регламентируются гигиенические требования и контроль за условиями труда при работе с электроприборами и электрическими полями.



Рис. 1

Существует множество способов защиты от угрозы поражения электрическим

током. Один из самых эффективных – одежда с электростатической защитой, которая может быть сделана по принципу клетки Фарадея (рис. 1). Этот способ достаточно прост. Если в зону действия электрического поля вносится замкнутый контур, обладающий свойствами электропроводности, электроны данного контура начинают двигаться под силой воздействием поля. Противоположные стороны контура заряжаются так, что внутреннее поле компенсирует внешнее.

Однако о таком методе защиты имеет смысл говорить лишь при воздействии электрического или переменного электромагнитного поля. Клетка Фарадея не является экраном от воздействия статического магнитного поля, которое будет проникать внутрь контура и влиять на объект внутри.

Очевидно, что если меняется электрическое поле, меняется и порожденное им электромагнитное. Если оболочка клетки будет блокировать первое поле, второе также не будет воздействовать.

При воздействии волн высокой частоты они отражаются от поверхности клетки. При этом возникают потоки в виде вихрей и затухают в толще контура с потерей тепла.

По мере того, как электромагнитная волна проникает внутрь проводника, ее амплитуда уменьшается (скин-эффект). Ток распределяется в тонком поверхностном скин-слое, не проникая внутрь, а сопротивление вглубь растет.

В результате этого эффекта, например, переменный ток высокой частоты при протекании по проводнику распределяется неравномерно по сечению, а преимущественно в поверхностном слое. Постоянный ток распределяется в проводнике равномерно.

Способность клетки Фарадея экранировать электромагнитное излучение определяется:

- толщиной материала, из которого она изготовлена;
- глубиной скин-эффекта;
- соотношением размеров проемов в ней с длиной волны внешнего излучения.

В табл. 1 (толщина скин-слоя в меди) приведены данные по частоте электросети в разных регионах Земли.

Т а б л и ц а 1

Частота, Гц	Толщина скин-слоя, мм	Частота электросети
50	9,34	Евразийский регион
50	9,34	Африканский регион
60	8,53	Американский регион

Авторами было учтено, что ток, используемый при торкретировании, создаст электромагнитное поле, а следовательно возникнет и скин-эффект. Толщина скин-слоя для диэлектрика (хлопчатобумажной ткани) стремится к бесконечности, но для идеального проводника (металлических волокон в спецодежде) – к нулю. Таким образом, облучение электромагнитным полем не проникнет внутрь одежды и будет отражаться от ее поверхности, вызывая характерный металлический блеск [11], [12].

Для защиты человека от электростатического напряжения соответственно необходимо разработать защитную одежду, которая бы создавала эффект клетки Фарадея и выполняла роль экрана. Размер ячейки клетки зависит от длины волны излучения (должен быть значительно меньше). Так, например, при длине волны 16 см ячейку в защитной решетке формируют с размером 2 см.

Частота тока в бытовой электросети составляет 50 Гц ей соответствует длина радиоволны 6000 км.

Если длина волны известна заранее, можно без труда рассчитать размеры экрана и расстояние элементов его конструкции друг от друга.

Одежду можно сшить из готовых тканей с интеграцией в их состав металлических сеток. Важнее всего, чтобы ячейки были устроены по расчету, а слои были непроводящими внутри и проводниками – внешне. Внутренний слой обычно делают из диэлектриков.

Форма клетки Фарадея не влияет на эффективность ее работы [13...15].

Проводящий материал не влияет на активность клетки, пока он способен проводить электричество.

Наличие заземления для клетки Фарадея является необязательным, но дополнительным средством безопасности в случае возникновения наэлектризованности токопроводящих материалов клетки. Данная мера безопасности наиболее актуальна в случае промышленного торкретирования с применением электростатики.

Отсутствие влаги – основной критерий, влияющий на безопасность внутри клетки Фарадея и создающий гарантированный защитный эффект. Поэтому торкретирование с применением электростатики должно производиться в непромокаемой спецодежде с антистатическим эффектом. Как уже было сказано, экранирование с помощью клетки Фарадея от постоянного магнитного поля невозможно. Зато переменное магнитное поле отражается без затруднений, и при работе с торкрет-бетоном можно защитить человека как от электрических, так и от электромагнитного воздействия полей.

Многие фирмы выпускают специальные ткани со встроенными антиэлектростатическими нитями. Например, специалисты компании "Чайковский текстиль" применяют способ смешивания нитей со специальной пряжей из волокон нержавеющей стали Bekitex (Бельгия). Такая ткань и после 100 стирок сохраняет свои свойства и обладает высоким удельным сопротивлением [2], [7...9].

Однако отметим, что ткань с антистатическим эффектом на основе никелевого, кобальтового, алюминиевого, цинкового и многих других покрытый не допускают непосредственный контакт с телом человека, повышают вес одежды. В связи с этим желаемого эффекта антистатики стоит добиваться путем непосредственного модифицирования льняной или хлопчатобумажной ткани материалами-проводниками, например, погружением тканей в коллоидные растворы переходных металлов толщиной несколько атомов (MXene), что придаст ткани высокое сопротивление. Ряд исследований свидетельствуют о том, что по-

мимо возникновения эффекта защиты от электрического тока такая ткань будет еще и частично антибактериальной [10], [11].

Заземление костюма для электростатики не предусмотрено в связи с тем, чтобы исключить разность потенциалов между одеждой и потоком заряженных частиц.

Конструкция костюма должна иметь целостность проводящих элементов для создания эффекта клетки Фарадея для соответствующего накопления разноименных потенциалов.

Толщина материала костюма должна превышать 1 см, для компенсации скин-слоя, так как применение спецодежды может быть в условиях бытовой электросети с частотой тока 50 Гц. Данное условие необходимо в случае торкретирования с применением электростатики, так как данная технология отличается наличием влажности среды и необходимостью гарантированной защиты от проникновения электростатического напряжения внутрь защитной одежды [3], [4].

Таким образом, существует необходимость разработки специальных тканей для эффективной защиты при торкретировании с применением электро- или трибостатики. Очевидно, что научность этой темы высока, но еще слабо разработана и требует дополнительных исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Абраменко А.А., Мищенко В.Я., Семенов А.Л., Горбанева Е.П.* Моделирование параметров технологического процесса сухого торкретирования поверхностей строительных конструкций // Известия вузов. Строительство. – 2020, №7. С. 36...46.
2. *Анисович А.Г., Акула П.П., Ласковнев А.П., Маркевич М.И., Чекан Н.М.* Морфология поверхности, магниторезонансные и антистатические свойства ткани с углеродным покрытием, модифицированным кластерами металлов // Литье и металлургия. – 2020, №3. С. 79...83.
3. *Власов В.Б., Умывакин В.М., Добросоцких М.Г.* Методические вопросы измерения экологической опасности продукции текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №5.
4. *Гатиятуллина Р.Ф., Бадрутдинова А.Н.* Влияние относительной влажности воздуха на антиста-

тические свойства текстильных материалов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014, 17 (18). С. 69...70.

5. *Кайтуков Б.А., Степанов М.А.* Выбор технологического оборудования для торкретирования // Механизация строительства. – 2017, №11. С.30...34.

6. *Калашиников В.И.* Перспективы использования реакционно-порошковых сухих бетонных смесей в строительстве // Строительные материалы. – 2009, №7. С.59...62.

7. *Мещерякова О.К., Мищенко В.Я., Мещерякова М.А., Баринов В.Н.* Ресурсосбережение предприятий текстильной промышленности – путь инновационного развития сферы жилищно-коммунального хозяйства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №1. С.67...72.

8. *Мищенко В.Я., Алексеева Д.В., Фомиченко Т.А.* Применение энергоэффективных экологически чистых теплоизоляционных материалов // В сб. научн. тр. Всерос. научн.-практ. конф.: Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений. Юго-Западный государственный университет. – 2019. С. 162...165.

9. *Николаев С. Д., Сильченко Е.В.* Защита человека от электромагнитного излучения при помощи тканей // Вестник технологического университета. – 2015, №(18)15. С. 161...166.

10. Сайт "Лакпром" // URL: <https://lkmпром.ru/courses/tehnologiya/nanesenie-poroshkovykh-pokrytiy/> (дата обращения: 22.10.2021).

11. *Салимова А.И.* Современные текстильные материалы с комплексом новых потребительских свойств // Вестник технологического университета. – 2015, (18)9. С. 199...201.

12. Энциклопедия АСУ ТП // URL: <https://bhttps://www.bookasutp.ru/Default.aspx/>. (дата обращения: 22.10.2021).

13. *Gretton H., Hartnagel H. and Hutson V.* Faraday cages with transverse magnetic field for microwave tubes // IEEE Transactions on Electron Devices. – Vol. 21, № 1. P. 126...128, Jan. 1974, doi: 10.1109/T-ED.1974.17875.

14. *Pääkkönen R., Farrugia L., Tarao H., Gobba F. and L. Korpinen L.* Possibilities to decrease the extremely low-frequency electric field exposure with a Faraday cage under a 400 kV power line // Progress in Electromagnetic Research Symposium (PIERS). – 2016. P.2109...2112, doi: 10.1109/PIERS.2016.7734884.

15. *Tan D. et al.* Carbon Nanotube Based Faraday's Cage for RF Circuit Packaging // IEEE Transactions on Nanotechnology. – Vol. 17, №6, P. 1295...1298, Nov. 2018, doi: 10.1109/TNANO.2018.2874653.

1. *Abramenko A.A., Mishchenko V.Ya., Semenov A.L., Gorbaneva E.P.* Modelirovanie parametrov tekhnologicheskogo protsessa sukhogo torkretirovaniya poverkhnostey stroitel'nykh konstruktсий // Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo. – 2020, №7. S. 36...46.

2. *Anisovich A.G., Akula P.P., Laskovnev A.P., Markevich M.I., Chekan N.M.* Morfologiya poverkhnosti, magnitorezonansnye i antistaticheskie svoystva tkani s uglerodnym pokrytiem, modifitsirovannym klasterami metallov // Lit'e i metallurgiya. – 2020, №3. S. 79...83.

3. *Vlasov V.B., Umyvakina V.M., Dobrosotskikh M.G.* Metodicheskie voprosy izmereniya ekologicheskoy opasnosti produktsii tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №5.

4. *Gatiyatullina R.F., Badrutdinova A.N.* Vliyanie odnositel'noy vlazhnosti vozdukh na antistaticheskie svoystva tekstil'nykh materialov // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014, 17 (18). S.69...70.

5. *Kaytukov B.A., Stepanov M.A.* Vybor tekhnologicheskogo oborudovaniya dlya torkretirovaniya // Mekhanizatsiya stroitel'stva. – 2017, №11. S. 30...34.

6. *Kalashnikov V.I.* Perspektivy ispol'zovaniya reaktsionno-poroshkovykh sukhikh betonnykh smesey v stroitel'stve // Stroitel'nye materialy. – 2009, №7. S.59...62.

7. *Meshcheryakova O.K., Mishchenko V.Ya., Meshcheryakova M.A., Barinov V.N.* Resursosberezhenie predpriyatiy tekstil'noy promyshlennosti – put' innovatsionnogo razvitiya sfery zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №1. S.67...72.

8. *Mishchenko V.Ya., Alekseeva D.V., Fomichenko T.A.* Primenenie energoeffektivnykh ekologicheskikh chistykh teploizolyatsionnykh materialov // V sb. nauchn. tr. Vseros. nauchn.-prakt. konf.: Innovatsionnye metody proektirovaniya stroitel'nykh konstruktсий zdaniy i sooruzheniy. Yugo-Zapadnyy gosudarstvennyy universitet. – 2019. S. 162...165.

9. *Nikolaev S. D., Sil'chenko E.V.* Zashchita cheloveka ot elektromagnitnogo izlucheniya pri pomoshchi tkaney // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2015, №(18)15. S. 161...166.

10. Сайт "Лакпром" // URL: <https://lkmпром.ru/courses/tehnologiya/nanesenie-poroshkovykh-pokrytiy/> (дата обращения: 22.10.2021).

11. *Салимова А.И.* Современные текстильные материалы с комплексом новых потребительских свойств



// Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2015, (18)9. S. 199...201.

12. Entsiklopediya ASU TP // URL: <https://Vhttps://www.bookasutp.ru/Default.aspx/>. (data obra-shcheniya: 22.10.2021).

13. Gretton H., Hartnagel H. and Hutson V. Faraday cages with transverse magnetic field for micro-wave tubes // IEEE Transactions on Electron Devices. – Vol. 21, № 1. P. 126...128, Jan. 1974, doi: 10.1109/T-ED.1974.17875.

14. Pääkkönen R., Farrugia L., Tarao H., Gobba F. and L. Korpinen L. Possibilities to decrease the extremely low-frequency electric field exposure with a

Faraday cage under a 400 kV power line // Progress in Electromagnetic Research Symposium (PIERS). – 2016. P.2109...2112, doi: 10.1109/PIERS.2016.7734884.

15. Tan D. et al. Carbon Nanotube Based Faraday's Cage for RF Circuit Packaging // IEEE Transactions on Nanotechnology. – Vol. 17, №6, P. 1295...1298, Nov. 2018, doi: 10.1109/TNANO.2018.2874653.

Рекомендована кафедрой технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью. Поступила 17.11.21.

УДК 677.057

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_242

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ТРЕНИЯ  
В ДВУХВАЛКОВОМ МОДУЛЕ**

**MATHEMATICAL MODELING OF FRICTION STRESSES  
IN A TWO ROLL MODULE**

*Ш.Р. ХУРРАМОВ, Г.А. БАХАДИРОВ, А. АБДУКАРИМОВ*

*SH.R. KHURRAMOV, G.A. BAKHADIROV, A. ABDUKARIMOV*

(Ташкентский архитектурно-строительный институт, Республика Узбекистан,  
Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева АН Республики Узбекистан)

(Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering, Republic of Uzbekistan,  
Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures named after M.T. Urazbaev  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan)

E-mail: shavkat-xurramov5 9@mail.ru

*В статье приведены результаты теоретического исследования напряженного состояния в двухвалковом модуле. Разработаны математические модели напряжений трения в двухвалковом модуле, связывающие касательные и нормальные напряжения, распределенные по кривым контакта валков.*

*The article presents the results of a theoretical study of the stress state in a two-roll module. Mathematical models of friction stresses in a two-roll module are developed that relate tangential and normal stresses distributed along the roll contact curves.*

**Ключевые слова:** двухвалковые модули, напряжения трения, математические модели, кривые контакта, касательные и нормальные напряжения.

**Keywords:** two-roll modules, friction stresses, mathematical models, contact curves, shear and normal stresses.

Центральной задачей теории контактного взаимодействия двухвалковых модулей является аналитическое описание закономерностей распределения нормальных и касательных контактных напряжений.

В определении закономерностей распределения контактных напряжений основными факторами являются модели напряжений трения, связывающие касательные и нормальные напряжения, распределенные

по кривым контакта валков [1]. Существует достаточно много математических моделей напряжений трения, полученных теоретическими, экспериментальными или экспериментально-теоретическими методами [2...4]. Из существующих моделей напряжений трения наибольшее распространение получила модель Амонтона [2], [3]. Однако модель Амонтона не имеет достаточного физического обоснования, экспериментально не подтверждена и, естественно, законом не является. Ее можно рассматривать как допущение, используемое только для зон скольжения [1]. А также корректная модель напряжений трения для зоны прилипания в двухвалковых модулях пока не создана. Поэтому модели напряжений трения, используемые в настоящее время в теории контактного взаимодействия двухвалковых модулей, считаются приближенными [1]. По этой причине полученные с использованием их теоретические кривые распределения контактных напряжений рассматриваются как приближенные. Следовательно, они не соответствуют экспериментальным эпюрам и не обеспечивают высокую точность прогнозирования параметров контактного взаимодействия в двухвалковых модулях.

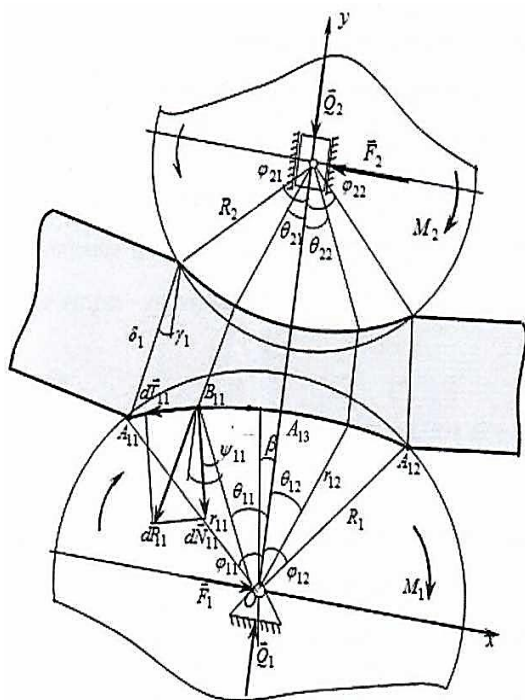


Рис. 1

Целью работы является моделирование напряжений трения в асимметричном двухвалковом модуле. В этом двухвалковом модуле валки расположены относительно вертикали наклоном справа, имеют неравные диаметры и эластичные покрытия из материалов с различными жесткостями, слой материала имеет равномерную толщину и подан наклоном вниз относительно линии центров (рис. 1 – схема сил в двухвалковом модуле).

Анализируем сначала напряженное состояние в контактном взаимодействии слоя материала и нижнего валка, происходящее по кривой контакта  $A_{11}A_{12}$ .

Кривая контакта валка состоит из двух участков  $A_{11}A_{13}$  и  $A_{13}A_{12}$  (рис. 1). На участке  $A_{11}A_{13}$  происходит сжатие слоя материала и покрытия валка, а на участке  $A_{13}A_{12}$  – восстановление. Какая-либо точка  $B_{11}$  участка сжатия  $A_{11}A_{13}$  определяется полярными координатами  $r_{11}$  и  $\theta_{12}$ , а точка  $B_{12}$  участка восстановления  $A_{11}A_{12}$  –  $r_{12}$  и  $\theta_{11}$ .

Согласно рис. 1:

$$-\varphi_{11} \leq \theta_{11} \leq 0, \quad 0 \leq \theta_{12} \leq \varphi_{12}, \quad (1)$$

$\varphi_{11}$ ,  $\varphi_{12}$  – контактные углы захвата и выхода.

В установившемся процессе взаимодействия на валок действуют: сила давления прижимных устройств  $\vec{Q}_1$ , горизонтальная реакция опор валка  $\vec{F}_1$ , момент сил сопротивления  $M_1$ , элементарные силы нормального давления и трения, действующие по всей кривой контакта валка (рис. 1) [5].

Элементарные силы в зонах сжатия ( $N_{11}$ ,  $T_{11}$ ) и восстановления ( $N_{12}$ ,  $T_{12}$ ) представим отдельно. Тогда, рассматривая валок в равновесии под действием приложенных сил, получаем:

$$\begin{cases} \sum X = N_{1x} + T_{1x} + F_{1x} + Q_{1x} = 0, \\ \sum Y = N_{1y} + T_{1y} + F_{1y} + Q_{1y} = 0, \end{cases} \quad (2)$$

где  $N_{1x}$ ,  $N_{1y}$ ,  $T_{1x}$ ,  $T_{1y}$  – проекции главных нормальных и касательных сил на осях  $x$  и  $y$ , равные сумме проекций главных нормальных и касательных сил в зонах сжатия

(j = 1) и восстановления (j = 2):

$$N_{1x} = \sum_{j=1}^2 N_{1jx}, N_{1y} = \sum_{j=1}^2 N_{1jy}, \quad (3)$$

$$T_{1x} = \sum_{j=1}^2 T_{1jx}, T_{1y} = \sum_{j=1}^2 T_{1jy}.$$

Считаем

$$F_{1x} = \sum_{j=1}^2 F_{1jx}, F_{1y} = \sum_{j=1}^2 F_{1jy}, \quad (4)$$

$$Q_{1x} = \sum_{j=1}^2 Q_{1jx}, Q_{1y} = \sum_{j=1}^2 Q_{1jy}.$$

$$\begin{aligned} dN_{11x} &= dN_{11} \sin(\theta_{11} - \psi_{11}), dN_{11y} = -dN_{11} \cos(\theta_{11} - \psi_{11}), dT_{11x} = -dT_{11} \cos(\theta_{11} - \psi_{11}), \\ dT_{11y} &= -dT_{11} \sin(\theta_{11} - \psi_{11}), dF_{11x} = dF_{11}, dF_{11y} = 0, dQ_{11x} = 0, dQ_{11y} = dQ_{11y}, \end{aligned} \quad (7)$$

где  $\psi_{11}$  – угол между силой  $dN_{11}$  и радиусом  $r_{11}$ .

С учетом этих выражений из системы (6) для зоны сжатия имеем:

$$\begin{cases} dT_{11} \cos(\theta_{11} - \psi_{11}) - dN_{11} \sin(\theta_{11} - \psi_{11}) = dF_{11}, \\ dT_{11} \sin(\theta_{11} - \psi_{11}) + dN_{11} \cos(\theta_{11} - \psi_{11}) = dQ_{11}. \end{cases} \quad (8)$$

или

$$\frac{dF_{11}}{dQ_{11}} = \frac{dT_{11} \cos(\theta_{11} - \psi_{11}) - dN_{11} \sin(\theta_{11} - \psi_{11})}{dT_{11} \sin(\theta_{11} - \psi_{11}) + dN_{11} \cos(\theta_{11} - \psi_{11})}. \quad (9)$$

Так как рассматриваем установившийся процесс, то можно считать

$$\frac{F_1}{Q_1} = C_1, \quad (10)$$

где  $C_1$  – постоянная величина.

Отсюда имеем:

$$d\left(\frac{F_1}{Q_1}\right) = \frac{Q_1 dF_1 - F_1 dQ_1}{Q_1^2} = 0$$

или

$$\frac{dF_1}{dQ_1} = C_1.$$

С учетом выражений (3) и (4) система уравнений (2) имеет вид:

$$\begin{cases} N_{1jx} + T_{1jx} + F_{1jx} + Q_{1jx} = 0, \\ N_{1jy} + T_{1jy} + F_{1jy} + Q_{1jy} = 0, \end{cases} \quad (5)$$

или

$$\begin{cases} dN_{1jx} + dT_{1jx} + dF_{1jx} + dQ_{1jx} = 0, \\ dN_{1jy} + dT_{1jy} + dF_{1jy} + dQ_{1jy} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Из схемы сил зоны сжатия (рис. 1) находим:

Считая

$$\frac{dF_{11}}{dQ_{11}} = C_{11}, \quad (11)$$

из равенства (9) получим

$$\frac{dT_{11}}{dN_{11}} = \frac{\sin(\theta_{11} - \psi_{11}) + C_{11} \cos(\theta_{11} - \psi_{11})}{\cos(\theta_{11} - \psi_{11}) - C_{11} \sin(\theta_{11} - \psi_{11})}. \quad (12)$$

Элементарные силы связаны с контактными напряжениями соотношениями [5]:

$$dN_{11} = n_{11} \sqrt{r_{11}^2 + r_{11}'^2} d\theta_{11}, \quad (13)$$

$$dT_{11} = t_{11} \sqrt{r_{11}^2 + r_{11}'^2} d\theta_{11},$$

где  $n_{11} = n_{11}(\theta_{11})$ ,  $t_{11} = t_{11}(\theta_{11})$  – соответственно, нормальные и касательные силы (напряжения), распределенные по зоны сжатия кривой контакта валков.

Подставляем выражения (13) в равенство (12), затем преобразуем согласно выражениям

$$\cos \psi_{11} = \frac{r_{11}}{\sqrt{r_{11}^2 + r_{11}'^2}}, \quad \sin \psi_{11} = \frac{r_{11}'}{\sqrt{r_{11}^2 + r_{11}'^2}}$$

и получаем зависимости, связывающие касательные и нормальные напряжения в точ-

$$t_{11} = \frac{(\sin \theta_{11} + C_{11} \cos \theta_{11})r_{11} - (\cos \theta_{11} - C_{11} \sin \theta_{11})r'_{11}}{(\cos \theta_{11} - C_{11} \sin \theta_{11})r_{11} + (\cos \theta_{11} + C_{11} \cos \theta_{11})r'_{11}} n_{11}, \quad -\varphi_{11} \leq \theta_{11} \leq 0, \quad (14)$$

Формулу, связывающую касательные и нормальные напряжения в точках зоны вос-

$$t_{12} = \frac{(\sin \theta_{12} + C_{12} \cos \theta_{12})r_{12} - (\cos \theta_{12} - C_{12} \sin \theta_{12})r'_{12}}{(\cos \theta_{12} - C_{12} \sin \theta_{12})r_{12} + (\cos \theta_{12} + C_{12} \cos \theta_{12})r'_{12}} n_{12}, \quad 0 \leq \theta_{12} \leq \varphi_{12}, \quad (15)$$

Заметим, что в точке кривой контакта, лежащей на линии центров, выполняются граничные условия  $t_{11}(0) = t_{12}(0)$ ,  $n_{11}(0) = n_{12}(0)$ ,  $r_{11}(0) = r_{12}(0) = R_{10}$ ,  $r'_{11}(0) = r'_{12}(0) = 0$ .

Эти условия приводят к равенству  $C_{11} = C_{12}$ . Тогда из выражения (10) и (11)

$$\begin{cases} t_{11} = \frac{(Q_1 \sin \theta_{11} + F_1 \cos \theta_{11})r_{11} - (Q_1 \cos \theta_{11} - F_1 \sin \theta_{11})r'_{11}}{(Q_1 \cos \theta_{11} - F_1 \sin \theta_{11})r_{11} + (Q_1 \cos \theta_{11} + F_1 \cos \theta_{11})r'_{11}} n_{11}, & -\varphi_{11} \leq \theta_{11} \leq 0, \\ t_{12} = \frac{(Q_1 \sin \theta_{12} + F_1 \cos \theta_{12})r_{12} - (Q_1 \cos \theta_{12} - F_1 \sin \theta_{12})r'_{12}}{(Q_1 \cos \theta_{12} - F_1 \sin \theta_{12})r_{12} + (Q_1 \cos \theta_{12} + F_1 \cos \theta_{12})r'_{12}} n_{12}, & 0 \leq \theta_{12} \leq \varphi_{12}. \end{cases} \quad (17)$$

В рассматриваемом двухвалковом модуле верхний вал – свободный. В этом случае действующие на верхний валок силы  $\vec{F}_2$  и  $\vec{T}_2$  меняют направление [5]. Поэтому в

$$\begin{cases} t_{21} = \frac{(Q_2 \sin \theta_{21} + F_2 \cos \theta_{21})r_{21} - (Q_2 \cos \theta_{21} - F_2 \sin \theta_{21})r'_{21}}{(Q_2 \cos \theta_{21} - F_2 \sin \theta_{21})r_{21} + (Q_2 \cos \theta_{21} + F_2 \cos \theta_{21})r'_{21}} n_{21}, & -\varphi_{21} \leq \theta_{21} \leq 0, \\ t_{22} = \frac{(Q_2 \sin \theta_{22} + F_2 \cos \theta_{22})r_{22} - (Q_2 \cos \theta_{22} - F_2 \sin \theta_{22})r'_{22}}{(Q_2 \cos \theta_{22} - F_2 \sin \theta_{22})r_{22} + (Q_2 \cos \theta_{22} + F_2 \cos \theta_{22})r'_{22}} n_{22}, & 0 \leq \theta_{22} \leq \varphi_{22}. \end{cases} \quad (18)$$

Системы уравнений (17) и (18) определяют модели напряжений трения в рассматриваемом двухвалковом модуле. Они устанавливают связь между силами, действующими на валки двухвалкового модуля с напряжениями, распределенными под воздействием этих сил. Анализ этих моделей показал, что они описывают модели напряжений всех частных случаев рассматриваемого двухвалкового модуля.

ках зоны сжатия нижнего валка:

становления нижнего валка, получим аналогично.

Она имеет вид:

$$C_1 = C_{11} = C_{12} = F_1/Q_1. \quad (16)$$

Следовательно, из уравнений (14) и (15) получим модель напряжений трения для нижнего приводного валка:

формулах системы (17) величины  $t_{2j}$  ( $j = 1, 2$ ) и  $F_2$  имеют обратные знаки. В связи с этим модель напряжений трения для верхнего валка имеет вид:

Преобразуем формулу (14) с учетом выражения  $\operatorname{tg} \psi_{11} = \frac{r'_{11}}{r_{11}}$  и  $C_{11} = C_1$ :

$$t_{11} = \frac{(\operatorname{tg} \theta_{11} + C_1) - (1 - C_1 \operatorname{tg} \theta_{11}) \operatorname{tg} \psi_{11}}{(1 - C_1 \operatorname{tg} \theta_{11}) + (\operatorname{tg} \theta_{11} + C_1) \operatorname{tg} \psi_{11}} n_{11}.$$

Полагая теперь  $C_1 = \text{tg}\xi_{11}$ , перейдем к выражению

$$t_{11} = \text{tg}(\theta_{11} - \psi_{11} + \xi_1)n_{11}. \quad (19)$$

Аналогично преобразуем модели напряжений трения  $t_{12}$ ,  $t_{21}$ ,  $t_{22}$ .

Обобщая их, имеем:

$$t_{ij} = \pm \text{tg}(\theta_{ij} - \psi_{ij} \pm \xi_i)n_{ij}, \quad (20)$$

где  $\psi_{ij} = \text{arctg} \frac{r'_{ij}}{r_{ij}}$ ,  $\xi_{ij} = \text{arctg} \frac{F_i}{Q_i}$ , здесь зна-

ки плюс относятся к приводному нижнему валку ( $i=1$ ), знаки минус относятся к свободному верхнему валку ( $i=2$ ).

Формулы (20) определяют модели напряжений трения валков в рассматриваемом двухвалковом модуле в упрощенном виде.

Разработанные математические модели напряжений трения валков устанавливают связь между нормальными и касательными напряжениями, распределенными по кривой контакта соответствующего валка, как в зонах скольжения, так и в зоне прилипания.

Из формулы (20) следует, что

$$f(\theta_{ij}) = \pm \text{tg}(\theta_{ij} - \psi_{ij} \pm \xi_i), \quad (21)$$

где  $f(\theta_{ij}) = \frac{t(\theta_{ij})}{n(\theta_{ij})}$ .

Если соотношение касательных и нормальных напряжений считаем как коэффициент трения, то  $f(\theta_{ij})$  определяемые формулами (21), означают, что коэффициенты трения двухвалковых модулей величины

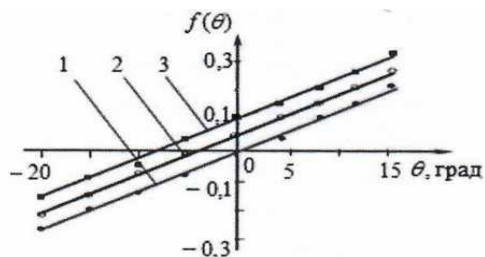


Рис. 3

Для наглядного представления о характере влияния податливости контактирующих тел и внешних сил на рис. 3 (измене-

переменные.

В формулах (21) углы  $\psi_{ij}$  определяют податливости покрытий валков и слоя материала. Они изменяются в пределах  $[0; \theta_{ij}]$ , то есть

$$0 \leq \psi_{ij} \leq \theta_{ij}. \quad (22)$$

Двум предельным положениям угла  $\psi_{ij}$  соответствуют два предельных расположения кривых контакта валков. Когда  $\psi_{ij} = 0$ , тогда покрытие валка не деформируется (рис. 2 – схема расположения угла  $\psi$ ). Поэтому кривые контакта будут частями окружностей с радиусами  $R_i$  и определяются уравнениями  $r_{ij} = R_i$ . Когда  $\psi_{ij} = \theta_{ij}$ , тогда слой материала не деформируется (рис. 2). В этом случае кривые контакта будут частями прямой, являющейся продолжением поверхностей слоя и определяются урав-

$$r_{ij} = \frac{R_i \cos \varphi_{ij}}{\cos \theta_{ij}}.$$

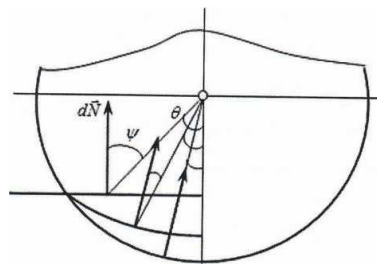


Рис. 2

Таким образом, можно считать  $\psi_{ij} = k_{ij}\theta_{ij}$ , где  $0 \leq k_{ij} \leq 1$ . Тогда из (21) имеем:

$$f(\theta_{ij}) = \pm \text{tg}((1-k_{ij})\theta_{ij} \pm \xi_i). \quad (23)$$

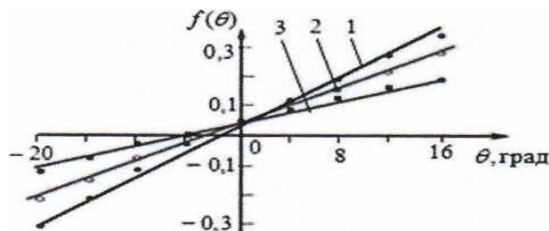


Рис. 4

ние коэффициента трения при различных  $\frac{F}{Q}$ , когда  $k = 0,25$ :  $1 - \frac{F}{Q} = 0$ ;  $2 - \frac{F}{Q} = 0,05$ ;

3 –  $\frac{F}{Q}=0,1$ ) и рис. 4 (изменение коэффициента трения при различных  $k$ , когда  $\frac{F}{Q} = 0,05$ : 1 –  $k = 0$ ; 2 –  $k = 0,25$ ; 3 –  $k = 0,5$ ) представлены изменения коэффициента трения при изменяющихся параметрах  $k$  и  $\frac{F}{Q}$ . В нейтральных точках  $f(\varphi_{i3}) = 0$  или  $(1-k_y)\varphi_{i3} \pm \xi_i = 0$ , где  $\varphi_{i3}$  – нейтральный угол  $i$ -валка. Отсюда имеем:

$$\varphi_{i3} = \pm \frac{\xi_i}{1-k_{ij}}. \quad (24)$$

Эти формулы определяют величины нейтральных углов в рассматриваемом двухвалковом модуле.

По формулам (24) выполнены расчеты нейтральных углов. Результаты расчетов показали, что с увеличением угла  $\xi_i$  угол  $\varphi_{i3}$  линейно увеличивается. Согласно выражению  $\xi_{ij} = \arctg \frac{F_i}{Q_i}$  увеличение  $\xi_i$  означает увеличение силы  $F_i$ . В связи с этим можно сказать, что чем больше силы  $F_i$ , тем левее от линии центров нейтральная точка.

## ВЫВОДЫ

1. Получены модели напряжений трения асимметричного двухвалкового модуля. Эти модели показывают, что между касательными и нормальными напряжениями, распределенными по кривым контакта валков, имеется нелинейная связь, на которую влияют форма кривых контакта валков, геометрические и силовые параметры двухвалкового модуля.

2. Выявлено, что коэффициенты трения в двухвалковом модуле изменяются в зависимости от коэффициента  $k$ , определяющего податливости контактирующих тел,

и коэффициента  $\frac{F}{Q}$ , определяющего внешние силы, действующие на валки, линейно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Я.Д. Уточнение модели напряжений трения при прокатке// Известия вузов. Черная металлургия. – 2001, №5. С. 1...23.
2. Фомин Ю.Г. Разработка теоретических основ и средств повышения эффективности обработки тканей валковыми модулями отделочных машин: Дис. ...докт. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2001.
3. Alexa V, Ratiu S and Kiss.I. Metall Rolling-Asymmetrical rolling process// IOP Conference Series: Materials Shience and Engineering. – 106(2016)012019.
4. Кожевникова И.А. К вопросу о контактном трении при прокатке// Вестник Череповецкого государственного университета, технические науки. – 2011, №4 (3). С. 18...21.
5. Демидов А.В. Разработка и исследование валкового устройства для повышения эффективности отжима шерсти после промывки: Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново: ИГТА, 2005.

## REFERENCES

1. Vasil'ev Ya.D. Utochnenie modeli napryazheniy treniya pri prokatke// Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya. – 2001, №5. S. 1...23.
2. Fomin Yu.G. Razrabotka teoreticheskikh osnov i sredstv povysheniya effektivnosti obrabotki tkaney valkovymi modulyami otdelochnykh mashin: Dis. ...dokt. tekhn. nauk. – Ivanovo: IGTA, 2001.
3. Alexa V, Ratiu S and Kiss.I. Metall Rolling-Asymmetrical rolling process// IOP Conference Series: Materials Shience and Engineering. – 106(2016)012019.
4. Kozhevnikova I.A. K voprosu o kontaktnom trenii pri prokatke// Vestnik Cherepovetskogo gosudarstvennogo universiteta, tekhnicheskie nauki. – 2011, №4 (3). S. 18...21.
5. Demidov A.V. Razrabotka i issledovanie valkovogo ustroystva dlya povysheniya effektivnosti otzhima shersti posle promyvki: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – Ivanovo: IGTA, 2005.

Рекомендована семинаром "Теории механизмов и машин" ИМСС им. М.Т. Уразбаева АН Республики Узбекистан. Поступила 09.09.21.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРАТОРА ХЛОПКА-СЫРЦА

### IMPROVEMENT OF THE DESIGN AND JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE RAW COTTON SEPARATOR

О.Ж. МУРОДОВ

O.J. MURODOV

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)

E-mail: baxrinjom@mail.ru

*В статье приводится анализ особенностей существующих схем сепараторов хлопка, отмечены основные их недостатки. Представлена конструктивная схема и принцип работы усовершенствованной конструкции сепаратора хлопка-сырца. Получена математическая модель, описывающая колебания пластины направляющей сепаратора. Представлено аналитическое решение задачи колебаний пластины. Обоснованы параметры криволинейного направляющего с амортизатором в зоне подачи хлопка воздушным потоком хлопка-сырца. Обоснованы значения жесткости амортизатора и криволинейности направляющего.*

*The article analyzes the features of existing schemes of cotton separators, their main disadvantages are noted. The structural diagram and the principle of operation of the improved design of the raw cotton separator are presented. A mathematical model is obtained, it describes the vibrations of the separator guide plate. An analytical solution to the problem of plate vibrations is presented. The parameters of the curvilinear guide with shock absorbers in the area of cotton supply by the air flow of raw cotton have been substantiated. Values of shock absorber stiffness and guide curvature are substantiated.*

**Ключевые слова:** усовершенствованный сепаратор, хлопок-сырец, воздушный поток, направляющий, колебания, жесткость амортизатора, диссипация, масса пластины, жесткий удар летучек, закономерности колебаний.

**Keywords:** advanced separator, raw cotton, air flow, guide, vibrations, shock absorber stiffness, dissipation, plate mass, hard impact of the volleys, regularities of vibrations.

#### *Введение*

Для разделения воздуха от хлопка-сырца и пользуются сепараторы хлопка-сырца [1], [2]. Приводим краткий анализ существующих схем сепараторов.

Известен сепаратор волокнистого материала, содержащий разделительную камеру, входной и выходной патрубки, сетча-

тый барабан, установленный перед выходным патрубком и вакуум-клапан, смонтированный в нижней части разделительной камеры, причем камера выполнена расширяющейся в горизонтальной плоскости от входного патрубка до сетчатого барабана, с установленной внутри нее отражательной перегородкой, разделяющей камеру на



пневмопровод, расположенный в верхней части камеры, и волокнопровод – в ее средней части. В волокнопроводе по направлению к вакуум-клапану установлены веером направляющие ребра. Последние могут быть установлены на верхней или нижней стенке волокнопровода, или на верхней и нижней стенках волокнопровода. Высота направляющих ребер составляет от 1/4 до 1/3 высоты поперечного сечения волокнопровода [3].

Недостатком известного сепаратора является низкая надежность, обусловленная жесткостью крепления ребер, что приводит к сгуживанию хлопка-сырца в центре волокнопровода и в дальнейшем – в середине вакуум-клапана. Из-за перегрузки среднего участка вакуум-клапана резиновые лопасти сильно прогибаются и образуется щель, через которую идет присос воздуха в сепарационную камеру. Это приводит к снижению скорости питания хлопка-сырца по волокнопроводу, которое приводит к снижению производительности сепаратора [4].

Другой известный сепаратор представляет собой камеру, разделенную сетчатой перегородкой на две части: хлопковую и воздушную. В хлопковой части расположен направлятель и скребок, который очищает хлопок-сырец с сетки, расположенной по боковым сторонам, и направляет его в вакуум-клапан. Вакуум-клапан предназначен для выгрузки хлопка-сырца из камеры сепаратора и создания герметичности, препятствующей подсосыванию в камеру сепаратора через выгрузочное отверстие наружного воздуха. Воздушная часть камеры ограничена сетчатой поверхностью по бокам и конусам сепаратора. Подаваемый в сепаратор воздушным потоком по патрубку хлопок-сырец ударяется о сетчатые поверхности, установленные с двух внутренних сторон хлопковой камеры сепаратора. При этом скорость воздушного потока в сепараторе резко падает, и основная часть хлопка-сырца сваливается в вакуум-клапан, а определенная часть достигает сетчатой поверхности и сбрасывается скребком в вакуум-клапан.

Существенным недостатком эксплуатируемого сепаратора является то, что смесь

хлопка-сырца и воздуха поступает по трубопроводу в сепарационную камеру со скоростью более 20 м/с и происходит удар хлопковой массы о заднюю стенку сепаратора. Это приводит к механическому повреждению хлопковых семян, быстрому износу задней стенки корпуса сепаратора и при этом значительно уменьшает срок службы сепаратора.

Нами предложена модернизация камеры сепаратора, позволяющая сохранять природные свойств хлопка-сырца за счет исключения жесткого удара летучек о заднюю стенку. При этом обеспечивается продление срока эксплуатации сепаратора [6].

#### *Эффективная конструктивная схема сепаратора хлопка*

Хлопково-воздушная смесь поступает в сепаратор через входной патрубок 2. С помощью верхнего и нижнего направителя 3 с криволинейной рабочей поверхностью хлопок-сырец и воздух направляются в зону усиленного витания хлопка-сырца, то есть на центральный участок сетчатой поверхности 5, в осевой ее части, а не на заднюю стенку 8 корпуса 1 сепаратора (рис. 1). При этом значительно минимизируются механические воздействия на хлопок. Кроме того, нижний направитель 3 предотвращает выпадение хлопка в зазор  $\Delta$  между стенкой корпуса 1 и сетчатой поверхностью 5.

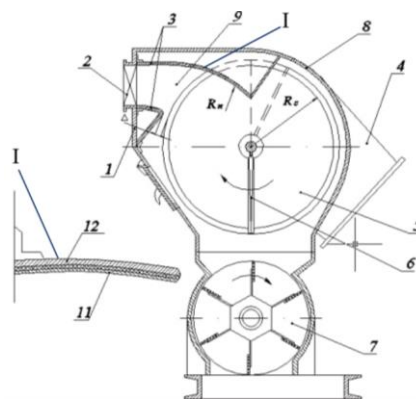


Рис. 1

Воздух отсасывается через воздушную камеру 9 и отводится через выходной патрубок 4. Для очищения отделенных летучек хлопка, приставших к перфорированным сеткам 5, скребки 6 сбрасывают их в

вакуум-клапан 7. При взаимодействии хлопка с пластмассовой наружной пластиной 11 направлятеля 3 происходит деформация резиновой прокладки 12, причем эти деформации будут наименьшими во входной зоне, а в конце (оси сетчатой поверхности 3) будут наибольшими. При этом происходят нелинейные угловые колебания наружной пластмассовой пластины 11. Движение хлопка амортизируется, и основная часть хлопка выпадает в вакуум-клапан 7. При этом значительно уменьшается поврежденность хлопка. Кроме того, фактически исключаются жесткие ударные взаимодействия хлопка с задней стенкой 8 корпуса 1 сепаратора. Повышается надежность работы сепаратора.

#### Анализ колебания рабочей пластины составного направлятеля сепаратора

В процессе работы сепаратора поступающий хлопок потоком воздуха ударяется о поверхность направлятеля с определенной силой. При этом за счет деформации амортизирующей резины пластинка совершает колебания. Пластинка позволяет не только смягчение удара хлопка о поверхность пластины, но и хлопок теряет скорость и выпадает в зону вакуум-клапана. Это обеспечивает эффективность работы сепаратора. При этом важным является обоснование параметров направляющей пластины, обеспе-

чивающих колебания пластины с требуемой амплитудой согласно работе [3],  $(1,5...1,75) \cdot 10^{-3}$  м. На рис. 2 представлена модель направляющей пластины в виде одномассовой колебательной системы [7].

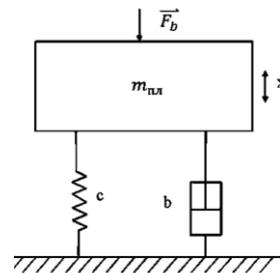


Рис. 2

Используя известный метод составления математической модели колебательной системы [8], запишем:

$$m_{плл} \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + cx = F_1 + F_0 \sin \omega t, \quad (1)$$

где  $m_{плл}$  – масса пластины;  $b, c$  – коэффициенты диссипации и жесткости резинового амортизатора;  $F_1, F_0$  – среднее и амплитудное значения возмущающей силы от действующего на пластину потока хлопкосырца, частота изменения возмущающей силы.

Решение уравнения (1) найдется в виде [9]:

$$x = e^{-nt} \left( x \cos \sqrt{k^2 - \omega^2} t - \frac{nx_0 + x_0}{\sqrt{k^2 - \omega^2}} \right) \sin \sqrt{k^2 - \omega^2} t - \frac{h_2 e^{-nt}}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4n^2 \omega^2}} \left[ \sin(\omega t - \arctg \frac{2n\omega}{k^2 - \omega^2}) \cos \sqrt{(k^2 - \omega^2)t + \frac{\omega \cos(\omega t - \arctg \frac{2n\omega}{k^2 - \omega^2}) + n \sin(\omega t - \arctg \frac{2n\omega}{k^2 - \omega^2})}{\sqrt{k^2 - \omega^2}} \cdot \sin \sqrt{k^2 - \omega^2} t + h_1 + \frac{h_1}{(k^2 - \omega^2) + 4n^2 \omega^2} (k^2 - \omega^2) \sin(\omega t) + 2n\omega \cos(\omega t) \right], \quad (2)$$

где  $n = \frac{b}{2m_{плл}}$ ;  $k^2 = \frac{c}{m_{плл}}$ .

Анализ (2) показывает, что с увеличением времени первый член стремится к нулю. Следует отметить, что сопротивление включает и случайную составляющую [10]:

$$F_c = F_1 + F_0 \sin \omega t \pm \delta F_1, \quad (3)$$

где  $\delta F_1$  – случайная составляющая нагрузки от хлопка.

#### Решения задачи и анализ результатов

Решение задачи (1) с учетом (3) осуществляли на ПЭВМ с использованием стандартных программ и генератором случайных чисел [11], [12].

На рис. 3 представлены характер изменения колебаний  $x$  и  $\dot{x}$  пластины направлятеля сепаратора при различных значениях возмущающей силы от хлопка (а –  $F_c =$

$= 1,5 \text{ Н} \pm (0,16 \div 0,18) \text{ Н}$ ; б –  $F_c = 3,5 \text{ Н} \pm \pm(0,23 \div 0,26) \text{ Н}$ ; в –  $F_c = 6,0 \text{ Н} \pm (0,45 \div \div 0,55) \text{ Н}$ ).

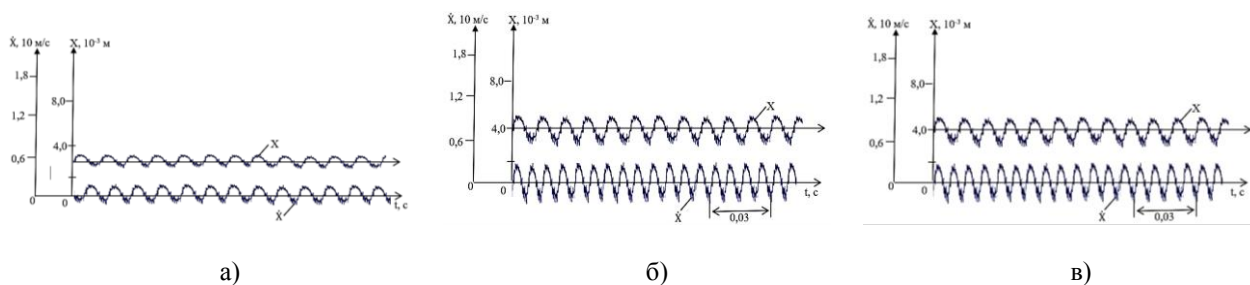


Рис. 3

При этом учитывали следующие исходные значения параметров:  $m_{пл} = (2,0 \div \div 2,2) \text{ кг}$ ;  $F_1 = (4,0 \div 5,5) \text{ Н}$ ;  $F_0 = (0,5 \div \div 0,8) \text{ Н}$ ;  $\delta F_1 = (0,4 \div 0,42) \text{ Н}$ ;  $c = (3,3 \div \div 3,8) \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ ;  $b = (2,5 \div 3,0) \text{ Нс}$ .

Построены графические зависимости параметров направлятеля сепаратора хлопка. На рис.4 представлены зависимости изменения размаха колебаний перемещений и скоростей пластины составного направлятеля хлопка (1 –  $\Delta x = f(F_c) - m_{пл} = 2,4 \text{ кг}$ ; 2 –  $\Delta x = f(F_c) - m_{пл} = = 2,0 \text{ кг}$ ; 3 –  $\Delta \dot{x} = f(F_c) - m_{пл} = 1,6 \text{ кг}$ ; 4 –  $\Delta \dot{x} = f(F_c) - m_{пл} = 1,2 \text{ кг}$ ).

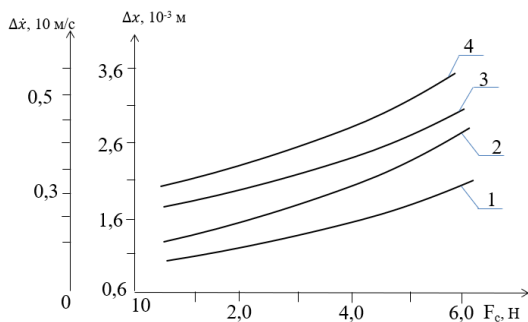


Рис. 4

Анализ графиков показывает, что с увеличением массы ударяемого на поверхность пластины хлопок приводит к снижению колебаний  $\Delta x$  и  $\Delta \dot{x}$ . Увеличение возмущающей силы от 1,1 Н до 6,0 Н приводит к увеличению размаха колебаний пластины от 0,72 мм до 2,1 мм по нелинейной закономерности а при  $m_{пл} = 2,4 \text{ кг}$   $\Delta x$  доходит до 2,51 мм. Соответственно увеличивается и

размах колебаний скорости пластины направлятеля сепаратора до 6,1 м/с и 7,92 м/с. Значительное увеличение  $\Delta x$  и  $\Delta \dot{x}$  приводит к повреждению семян и волокон хлопка.

Поэтому целесообразным считается выбор системы  $F_c \leq (6,0 \div 6,5) \text{ Н}$ . При этом за счет случайной составляющей  $\delta F_1$  отклонение графиков от средних значений не превышает  $(5,0 \div 6,0) \%$ .

На рис. 5 приведены построенные графики изменения  $\Delta x$  и  $\Delta \dot{x}$  от вариации коэффициента жесткости резинового амортизатора направлятеля сепаратора (1 –  $\Delta x = = f(C) - F_c = 1,5 \text{ Н} \pm (0,16 \div 0,18) \text{ Н}$ ; 2 –  $\Delta x = f(C) - F_c = 2,5 \text{ Н} \pm (0,25 \div 0,35) \text{ Н}$ ; 3 –  $\Delta \dot{x} = f(C) - F_c = 4,0 \text{ Н} \pm (0,45 \div 0,5) \text{ Н}$ ; 4 –  $\Delta \dot{x} = f(C) - F_c = 6,0 \text{ Н} \pm (0,5 \div 6) \text{ Н}$ ).

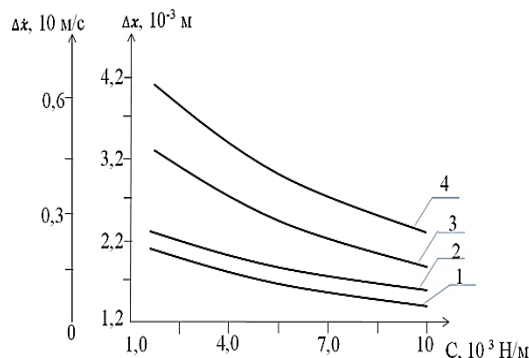


Рис. 5

Увеличение коэффициента жесткости резинового амортизатора от  $1,4 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$  до  $1,0 \cdot 10^2 \text{ Н/м}$  приводит к снижению  $\Delta \dot{x}$  от 2,8 м/с до 1,77 м/с по нелинейной закономерности при  $F_1 = 6,0 \text{ Н}$ , а размах коле-

баний пластины направлятеля сепаратора снижается до  $2,9 \cdot 10^{-3}$  м. При уменьшении значений  $F_1$  размах колебаний  $\Delta x$  и  $\Delta \dot{x}$  также уменьшаются (см. рис.5, кривые 1,3). Для обеспечения значений  $\Delta x = (3,0 \div 3,5) \cdot 10^{-3}$  м и  $\Delta \dot{x} = (5,5 \div 6,0)$  м/с, позволяющих достаточное разделение хлопка от воздуха, рекомендуемыми значениями являются  $c = (4,1 \div 4,3) \cdot 10^3$  Н/м.

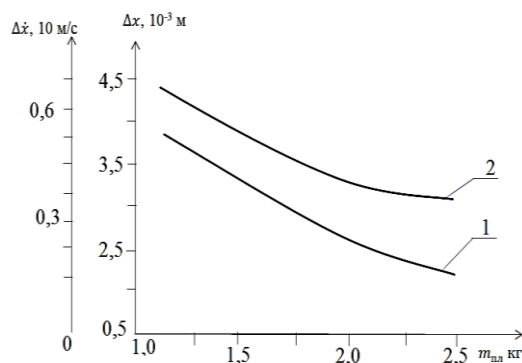


Рис. 6

Было выявлено, что увеличение массы пластины направляющей сепаратора приводит к снижению  $\Delta x$  и  $\Delta \dot{x}$  (рис. 6 – зависимости изменения размаха колебаний  $\Delta x$  и  $\Delta \dot{x}$  пластины от увеличения ее массы: 1 –  $\Delta x = F(m_{пл})$ ; 2 –  $\Delta \dot{x} = F(m_{пл})$ ;  $F_1 = 2,5$  Н).

При этом возрастание  $m_{пл}$  от 1,25 кг до 2,5 кг  $\Delta x$  уменьшается от  $3,61 \cdot 10^{-3}$  м до  $1,87 \cdot 10^{-3}$  м по нелинейной закономерности, а  $\Delta \dot{x}$  снижается до  $5,62 \frac{м}{с}$ . Для обеспечения значений  $\Delta x = (3,0 \div 3,5) 10^{-3}$  м и  $\Delta \dot{x} = (5,5 \div 6,0)$  м/с рекомендуемыми значениями массы пластины направлятеля сепаратора хлопка являются  $(1,25 \div 1,35)$  кг.

## ВЫВОДЫ

1. Разработана эффективная вибрирующая конструкция направлятеля сепаратора хлопка-сырца, исключая жесткий удар летучек о заднюю сетку.

2. На основе теоретических исследований получены закономерности колебаний направляющей пластины сепаратора, построены графические зависимости параметров, согласно которым можно получать необходимые их значения.

1. *Ходжиев М.Т., Жураев А., Муродов О.Ж.* Сепаратор хлопка-сырца // РФ патент на изобретение № 2701220. 25 сентября 2019 г.

2. *Khodjiev M. T., Murodov O.J.* Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 6, Is.4, April 2019. P.8735...8738. ISSN: 2350-0328.

3. *Murodov O.J.* Development of an effective design and justification of the parameters of the separation and cleaning section of raw cotton // ICMSIT-II 2021 Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042012. IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/4/042012.

4. *Газиева С.А., Курбонов Б.Д., Нуров М.Э., Иброгимов Х.И., Рудовский П.Н.* Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С.131...135.

5. *Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Шутова А.Г.* Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С.143...147.

6. *Khodjiev M.T., Murodov O.J., Eshmurodov D.* Creation of Scientific-Based Construction of the Separator with Insulation Camera // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJ-TEE). – Vol. 9, Is. 4, February 2020. ISSN: 2278-3075.

7. *Khodjiev M.T., Murodov O.J.* Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator // Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 6, Is. 4, April 2019. P.8735...8738.

8. *Khodjiev M.T., Murodov O.J., Eshmurodov D.D., Eshnazarov D.A.* Tests in the insulating cameras of the improved separator. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020, 862(3), 032025.

9. *Юнусов С.З., Хайдаров А., Бобомуродов Т.Г.* Машинный агрегат с механизмом составного цилиндра технологических машин // Теория машин и рабочих процессов. – МНПК, Бишкек-2013. С. 26...27.

10. *Светлицкий В.А., Стасенко И.В.* Сборник задач по теории колебаний. – М.: Высшая школа, 1973.

11. *Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Шутова А.Г.* Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С.143...147.

12. *Tashpulatov S.Sh., Cherunova I.V., Mansurova M.A., Ganieva G.A.* The development of new types of single chain stitches with improved characteristics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №5. P. 174...177.

## REFERENCES

1. Khodzhev M.T., Zhuraev A., Murodov O.Zh. Separator khlopka-syrtsa // RF patent na izobretenie № 2701220. 25 sentyabrya 2019 g.
2. Khojiev M. T., Murodov O.J. Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 6, Is.4, April 2019. P.8735...8738. ISSN: 2350-0328.
3. Murodov O.J. Development of an effective design and justification of the parameters of the separation and cleaning section of raw cotton // ICMSIT-II 2021 Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042012. IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/4/042012.
4. Gazieva S.A., Kurbonov B.D., Nurov M.E., Ibrogimov Kh.I., Rudovskiy P.N. Izmenenie strukturnogo pokazatelya khlopka-syrtsa po tekhnologicheskim perekhodam ego pererabotki // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, № 5. S. 131...135.
5. Korabel'nikov A.R., Lebedev D.A., Shutova A.G. Vydelenie sornykh primesey s poverkhnosti sloya voloknistogo materiala // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, № 4. S. 143...147.
6. Khodzhev M.T., Murodov O.J., Eshmurodov D. Creation of Scientific-Based Construction of the Separator with Insulation Camera // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJ-TEE). – Vol. 9, Is. 4, February 2020. ISSN: 2278-3075.
7. Khojiev M.T., Murodov O.J. Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator // Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 6, Is. 4, April 2019. P.8735...8738.
8. Khojiev M.T., Murodov O.J., Eshmurodov D.D., Eshnazarov D.A. Tests in the insulating cameras of the improved separator. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020, 862(3), 032025.
9. Yunusov S.Z., Khaydarov A., Bobomurodov T.G. Mashinnyy agregat s mekhanizmom sostavnogo tsilindra tekhnologicheskikh mashin // Teoriya mashin i rabochikh protsessov. – MNPK, Bishkek-2013. S.26...27.
10. Svetlitskiy V.A., Stasenko I.V. Sbornik zadach po teorii kolebaniy. – M.: Vysshaya shkola, 1973.
11. Korabel'nikov A.R., Lebedev D.A., Shutova A.G. Vydelenie sornykh primesey s poverkhnosti sloya voloknistogo materiala // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, № 4. S. 143...147.
12. Tashpulatov S.Sh., Cherunova I.V., Mansurova M.A., Ganieva G.A. The development of new types of single chain stitches with improved characteristics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №5. P. 174...177.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин КГУ. Поступила 29.11.21.

УДК 67.05

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_253

### ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ДНА ФИЛЬЕРНОГО ПИТАТЕЛЯ ВОЛНООБРАЗНОЙ ФОРМЫ СТЕКЛОПЛАВИЛЬНОГО АППАРАТА

### THE RESEARCH AND CALCULATION OF THE STREAM FEEDER ASSEMBLY BOTTOM OF THE WAVY FORM FOR THE GLASS-MELTING MACHINE

*A.B. КАНАТОВ, Э.В. ФЕДОРОВ, Н.А. ВИНОГРАДОВ,  
Н.В. ЧУГУЙ, А.А. КУЛАКОВ*

*A.V. KANATOV, E.V. FEDOROV, N.A. VINOGRADOV,  
N.V. CHUGUI, A.A. KULAKOV*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: kanatov-av@rguk.ru; eduard\_fedorov\_1995@mail.ru; nik.vin2012@yandex.ru;  
chuguj-nv@rguk.ru; kulakov-aa@rguk.ru

***Одним из главных направлений использования непрерывного стеклянного и базальтового волокна является производство композитных материалов.***

***По сравнению с традиционными материалами композиты на основе базальтовых и стеклянных нитей обладают рядом преимуществ: коррозион-***

*ной стойкостью, химической инертностью, низким коэффициентом теплопроводности и др. Поэтому для удовлетворения нужд промышленности и снижения себестоимости производства непрерывных стеклянных и базальтовых нитей важно продолжать работы по модернизации и разработке новых конструкций наиболее ответственного элемента стеклоплавильного агрегата – фильерного питателя (ФП).*

*В представленной исследовательской работе рассмотрены особенности работы стеклоплавильного оборудования и разработана конструкция фильерного питателя с волнообразным дном. Приведены результаты компьютерного моделирования и расчета с целью минимизации деформаций дна ФП в процессе его работы.*

*Цель статьи – провести анализ результатов компьютерного моделирования и расчета фильерного питателя с волнообразным дном с целью оптимизации процесса изготовления непрерывного стеклянного волокна и увеличения срока службы стеклоплавильного агрегата.*

*One of the most important ways of continuous fibers usage is manufacturing of different composite materials.*

*The materials made of fiberglass and basalt fibers have a lot of advantages, for example, rust resistance, unreactiveness, low heat conductivity, etc.*

*It is very important to work on improvement and engineering of new units of the glass-melting machine, especially its main unit – the stream feeder assembly – to provide industry and decrease the cost of production.*

*In the article the features of the glass-melting equipment are discussed. The structure of the stream feeder assembly with wavy-formed bottom is engineered. One can also find the results of computer simulation technique and calculations to minimization of stream feeder assembly strain during its operation.*

*The purpose of the article is to present an analysis of the results of computer simulation technique and calculations of the stream feeder assembly with wavy-formed bottom to improvement continuous fiberglass production and increase durability of the glass-melting machine.*

**Ключевые слова:** стеклоплавильный агрегат, фильерный питатель, фильерная пластина, фильера, непрерывные стеклянные и базальтовые нити, композитные материалы, непрерывные и дискретные волокна.

**Keywords:** glass-melting machine, stream feeder assembly, forming bushing, bushing, continuous fiberglass and basalt fibers, composite materials, continuous fibers and discrete fibers.

Стекланным называют химическое неорганическое волокно, изготовленное различными способами из расплавленного стекла. Стекланное волокно и композитные материалы на базе базальта обладают редким сочетанием свойств: высокой прочностью на изгиб, растяжение и сжатие, негорючестью, температуроустойчивостью, низкой гигроскопичностью, стойкостью к хи-

мическому и биологическому воздействию, сравнительно низкой плотностью [1...3].

Непрерывное стекланное волокно получают фильерным формованием пучка тонких мононитей из расплавленной стекло-массы с последующей вытяжкой, замасливанием и намоткой комплексной нити на бобину при высоких (10...100 м/с) линейных скоростях [4].

Фильерный питатель представляет собой малогабаритную электрическую печь сопротивления, изготовленную из сплава драгоценных металлов, в основном из платины и родия (рис.1 – фильерный питатель общий вид. 1 – фильерная пластина; 2 – фланец; 3 – патрубок; 4 – крышка; 5 – экран; 6 – отбортовка; 7 – боковая стенка; 8 – крылышки; 9 – токоподвод; 10 – ребро жесткости; 11 – торцевая стенка).

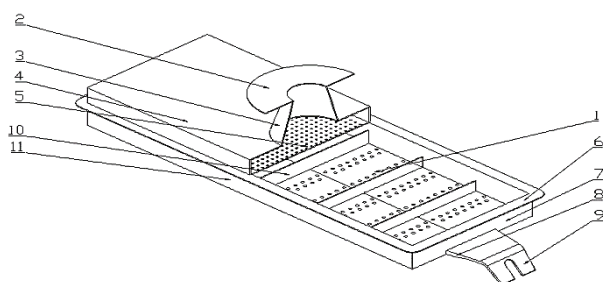


Рис. 1

Основным элементом конструкции, наиболее подверженным выходу из строя, является фильерная пластина, поэтому для проведения теоретических исследований по оптимизации процесса изготовления непрерывного базальтового волокна, а также с целью повышения сопротивления износостойкости в результате провисания, является востребованной разработка новой конструкции фильерной пластины [5], [6]

Дно фильерного питателя представляет собой тонкую прямоугольную пластину,

жестко закрепленную по всему контуру. В прямоугольных пластинах угол поворота сечения, прогиб и напряжения являются функциями двух независимых переменных (ширина и длина пластины) [5], [9]. Дно ФП является тонкой, но жесткой пластиной, поэтому для него справедливы следующие допущения: срединная плоскость пластины искривляется под действием равномерно распределенной нагрузки (давление расплава), но не растягивается: нормальные напряжения в сечениях, параллельных срединной плоскости малы, по сравнению с напряжениями в сечениях, перпендикулярных срединной плоскости, поэтому этими напряжениями можно пренебречь.

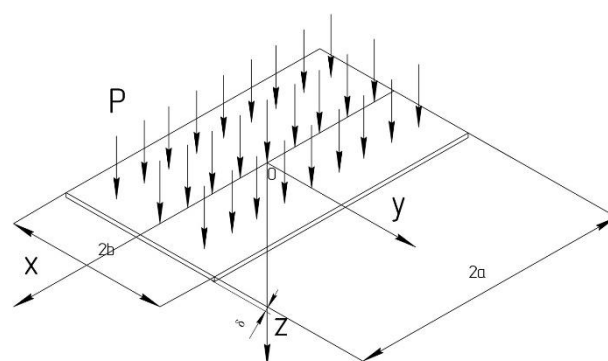


Рис. 2

Рассматривая сечения пластины (рис. 2) плоскостями  $x = \text{const}$ ,  $y = \text{const}$ ,  $z = \text{const}$  до и после деформации, используя критерий начальных несовершенств, получим:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_x = -\frac{E}{1-\mu^2} \left( \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial y^2} \right), \\ \sigma_y = -\frac{E}{1-\mu^2} \left( \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial x^2} \right), \\ \tau_{xy} = -\frac{E}{1-\mu^2} \left( \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial x \partial y} \right), \\ M_x = -D \left( \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial y^2} \right), \\ M_y = -D \left( \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial x^2} \right), \\ M_{xy} = M_{yx} = -\frac{E}{1+\mu^2} \left( \frac{\partial^2(\omega-\omega_0)}{\partial x \partial y} \right); p = \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y}, \\ Q_x = -\frac{\partial M_x}{\partial x} - \frac{\partial M_{yx}}{\partial y}; Q_y = -\frac{\partial M_y}{\partial y} - \frac{\partial M_{xy}}{\partial x}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  – нормальные напряжения;  $\tau$  – касательные напряжения;  $E$  – модуль упругости;  $\mu$  – коэффициент Пуассона матери-

ала пластины при соответствующей температуре;  $\omega$  и  $\omega_0$  – полный и начальный прогиб пластины;  $D$  –цилиндрическая жест-

кость пластины;  $M_x, M_y$  – изгибающих моментов;  $Q_x, Q_y$  – интенсивность поперечных сил соответствующих в направлении осей  $x$  и  $y$ .

Примем для прогибов следующие выражения:

$$\omega = \frac{f}{4} \left(1 + \cos \frac{\pi x}{a}\right) \left(1 + \cos \frac{\pi y}{b}\right),$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(f - f_0)}{\partial x} &= \frac{\partial(f - f_0)}{\partial y} = 0, \\ \frac{\partial^2(\omega - \omega_0)}{\partial x^2} &= \frac{f - f_0}{4} \left(1 + \cos \frac{\pi y}{b}\right) \frac{\pi^2}{a^2} \cos \frac{\pi x}{a}, \\ \frac{\partial^2(\omega - \omega_0)}{\partial y^2} &= \frac{f - f_0}{4} \left(1 + \cos \frac{\pi x}{a}\right) \frac{\pi^2}{b^2} \cos \frac{\pi y}{b}. \end{aligned} \quad (3)$$

Поскольку нас интересует напряжение в центре пластины ( $x=0, y=0, z=\delta/2$ ):

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{E\pi^2 \delta (f - f_0)}{4(1 - \mu^2)} \left(\frac{b^2 + \mu a^2}{a^2 b^2}\right), \\ \sigma_y &= \frac{E\pi^2 \delta (f - f_0)}{4(1 - \mu^2)} \left(\frac{a^2 + \mu b^2}{a^2 b^2}\right), \end{aligned} \quad (4)$$

а интенсивность напряжений в точках ( $x=0, y=0, z=\delta/2$ ):

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2}. \quad (5)$$

Основным недостатком существующей конструкции является недостаточно высокий запас прочности фильерной пластины, что приводит к искажению ее геометрии, соответственно к браку изделия и ускоренному выходу из строя фильерного питателя (рис. 3 – фильерный питатель с искаженной геометрией фильерной пластины), что в свою очередь приводит к недостаточно длительному сроку службы фильерного питателя и способствует развитию таких дефектов, как неравномерность разогрева фильерной пластины, неравномерность распределения температур массы по высоте, что приводит к низкому качеству непрерывного волокна [7], [8].

$$\begin{aligned} \omega_0 &= \frac{f_0}{4} \left(1 + \cos \frac{\pi x}{a}\right) \left(1 + \cos \frac{\pi y}{b}\right), \\ \omega - \omega_0 &= \frac{f - f_0}{4} \left(1 + \cos \frac{\pi x}{a}\right) \left(1 + \cos \frac{\pi y}{b}\right). \end{aligned} \quad (2)$$

где  $f$  и  $f_0$  значения полного и начального прогиба.

Уравнение удовлетворяют условиям защемления, так как при  $x = \mp a$  и  $y = \mp b$



Рис. 3

В связи с этим предложена новая конструкция корпуса фильерного питателя. Основным отличием предложенной конструкции является использование волнообразной фильерной пластины с переходами на прямоугольные перфорированные зоны в местах крепления фильер взамен стандартной фильерной пластины прямоугольной формы. Такая конструкция позволяет минимизировать недостатки прямоугольной фильерной пластины. Оснащение фильерного питателя фильерной пластины волнообразной формы взамен стандартной прямоугольной повышает жесткость за счет увеличения площади контакта опорных граней и работы самой пластины на изгиб вместо растяжения [9], [10].



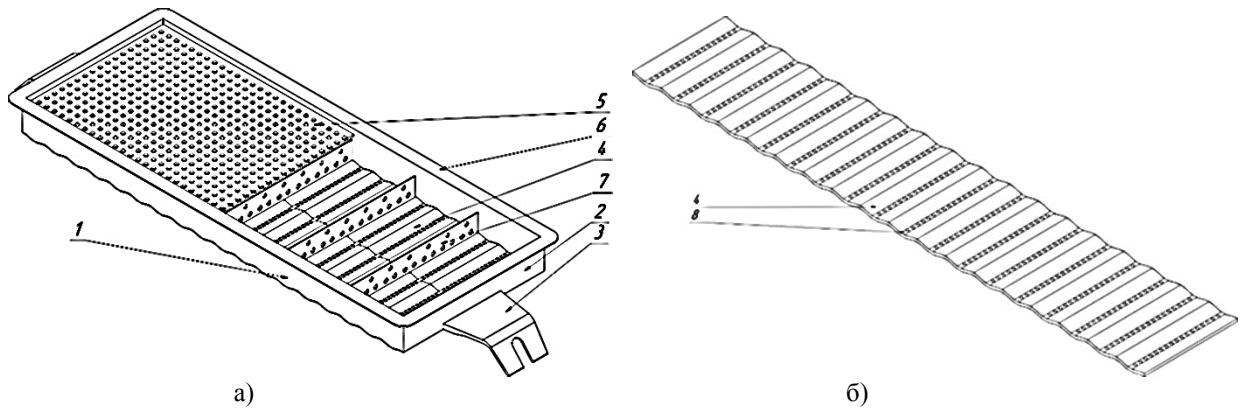


Рис. 4

Многофильерный питатель (рис. 4: а – многофильерный питатель, общий вид, совмещенный с разрезом; б – дно фильерного питателя) содержит электрообогреваемый корпус, образованный боковыми 1, торцевыми 2 стенками с токоподводами 3 и волнообразной фильерной пластиной 4 с фильерами, а также электрообогреваемый перфорированный фильтровальный экран 5, жестко закрепленный на корпусе над волнообразной фильерной пластиной 4. К волнообразной фильерной пластине 4 прикреплены перфорированные поперечные ребра жесткости, каждое из которых образовано пластиной 7. В верхней части к боковым 1 и торцевым 2 стенкам закреплена отбортовка 6. Волнообразная фильерная пластина имеет переходы на перфорированную зону 8 в местах крепления фильер.

При работе многофильерного питателя за счет его оснащения волнообразной фильерной пластиной, а также за счет выполнения поперечных ребер жесткости из вертикального плоского профиля, увеличивается жесткость многофильерного питателя в целом, что исключает деформацию фильерной пластины и фильтровального экрана и способствует повышению срока эксплуатации многофильерного питателя.

Для сохранения непрерывной работы ФП (фильерного питателя) в течение длительного срока важным является обеспечение сохранения механической прочности элементов, в первую очередь, фильерной пластины.

Недостатком данной конструкции является увеличение количества используемого материала на 5...10%.

Для проверки возможности использования волнообразной пластины в качестве дна ФП были проведены расчеты по трем основным характеристикам: максимальным и минимальным напряжениям, перемещениям и деформации в 3-х главных направлениях (X, Y, Z), а для увеличения срока службы и нахождения оптимальных параметров рассчитаны фильерные пластины волнообразной формы с различной кривизной (рис. 5...9: рис. 5 – график зависимых переменных от номера испытания, рис. 6 – график минимальных нормальных напряжений; рис. 7 – график максимальных нормальных напряжений; рис. 8 – график минимальных смещений; рис. 9 – график максимальных смещений).

Исследования проводились<sup>1</sup> для фильерной пластины волнообразной формы с размерами 400x72 мм и толщиной фильерной пластины в 2 мм относительно прямоугольной фильерной пластины, используемой в стандартных стеклоплавильных аппаратах, при стандартном напряжении в 0,046 МПа. Образующая фильерной пластины волнообразной формы описывается функцией  $y = a \cos\left(\frac{x\pi}{b}\right)$ , где  $2a$  – амплитуда колебаний, мм;  $2b$  – половина длины волны, мм;  $x$  – высота расположения перфорированной зоны, мм; радиус фильерных отверстий, мм;  $d\ell$  – расстояния между фильерными отверстиями, мм.

<sup>1</sup> Результаты исследования были получены путем расчета в программе SOLIDWORKS Simulation.

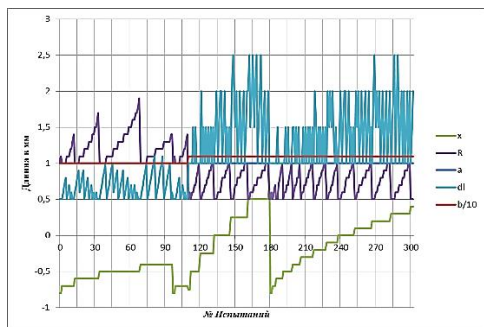


Рис. 5

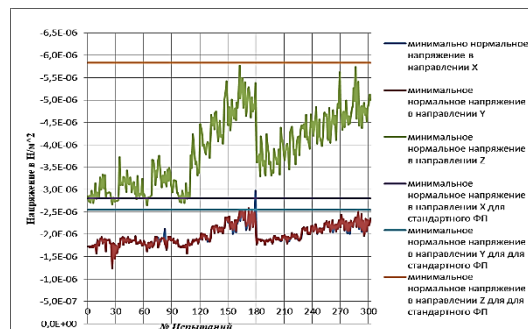


Рис. 6

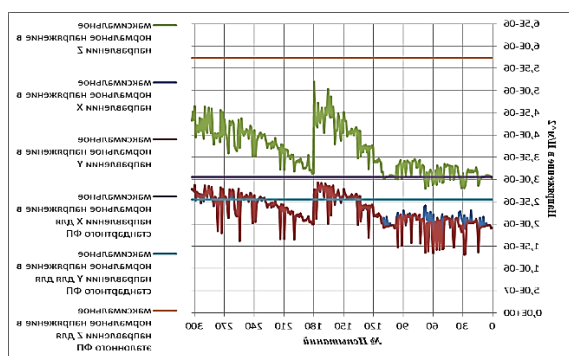


Рис. 7

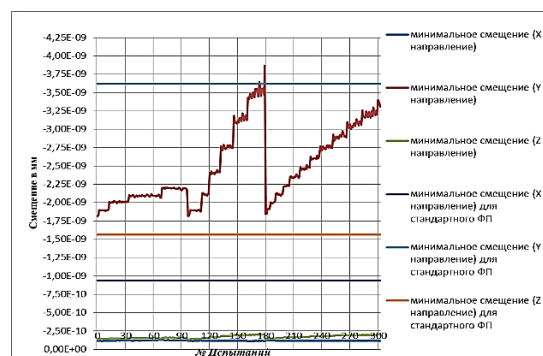


Рис. 8

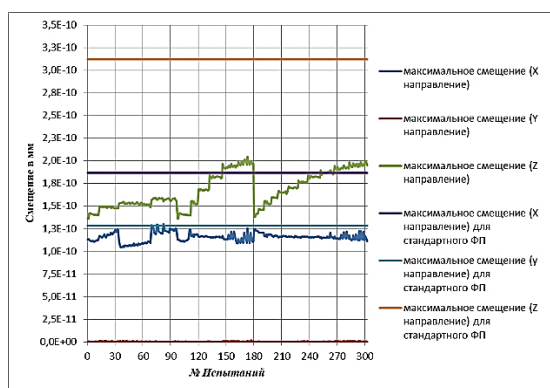


Рис. 9

По результатам теоретических исследований установлено, что фильтровая пластина волнообразной формы имеет большое преимущество по сравнению с традиционной прямоугольной.

Оснащение многофильтрового питателя фильтровой пластиной волнообразной формы взамен стандартной прямоугольной повышает жесткость за счет увеличения площади контакта опорных граней и работы самой пластины на изгиб вместо растяжения.

Для нахождения оптимальных параметров кривизны волны фильтровой пластины были смоделированы и рассчитаны пита-

тели в программе SOLIDWORKS Simulation.

По результатам расчета определено, что для достижения минимизации деформации дна фильтрового питателя диапазон отношения длины волны образующей волнообразной фильтровой пластины к длине фильтровой пластины должен составлять 0,1...0,2.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бизюк А.Н., Ясинская Н.Н. Имитационное моделирование пористой структуры армирующих химических нитей // Вестник Витебского государственного технологического университета – 2017, №32. С. 33...40.
2. Парманчук В.В., Ольшанский В.И. Теплофизические свойства многослойных теплоизоляционных материалов // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014, № 27. С. 87...93.
3. Степанов С.Г., Джаннаицова В.М., Мырхалыков Ж.У., Кенжибаева Г.С., Туракулов Б.С. Математическая модель строения технических тканей для производства термопластичных композиционных материалов по сокращенной технологии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 4. С. 79...83.
4. Коротеева Л.И., Яскин А.П., Лехтинен О.В. Исследование формирования пакетов при намотке нитей оптического стекловолокна // Изв. вузов. Тех-

нология текстильной промышленности. – 1998, № 3. С. 86..88.

5. Грачев М.С., Коротева Л.И. О влиянии усилия вытягивания на прочность дна фильеры // Химические волокна. – 2007, № 5. С. 47...50.

6. Васекин В.В., Перельман С.Л., Улыбышев В.В. Опыт разработки конструкций щелевых фильерных питателей в технологиях производства базальтовых волокон // Драгоценные металлы. Драгоценные камни. – М.: МАИ, 2008, № 6. С. 167...170.

7. Васекин В.В., Перельман С.Л., Улыбышев В.В., Ястребов В.А. Фильерные питатели с объемной фильерной пластиной // Мат. I Междунар. конф.: Производство оборудования из благородных металлов и его применение в химической и силикатной промышленности. Берлин, 2005. – М.: АСМИ, 2005 С. 199...206.

8. Гаврилова А.А., Винокуров Г.Г., Кычкин А.К., Оreshko С.М. Технологические характеристики формования базальтовых непрерывных волокон при фильерном способе их получения // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2013. Т. 15, № 4 (2). С.448...450.

9. Канатов А.В., Федоров Э.В., Кулаков А.А. Проблемы ускоренного износа фильерного питателя в результате провисания фильерной пластины из платино-родиевых сплавов // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020). – 2020. С. 273...276.

10. Никулин М.Д., Канатов А.В., Коротева Л.И. Исследование и выбор оптимальных параметров модульной конструкции корпуса фильерного питателя. // В сб. научн. тр. Междунар. Косыгинского форума: "Современные задачи инженерных наук", международный научно-технический симпозиум "Современные инженерные проблемы в производствах товаров народного потребления". – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2019. С. 217...222.

## REFERENCES

1. Bizyuk A.N., Yasinskaya N.N. Imitatsionnoe modelirovanie poristoy struktury armiruyushchikh khimicheskikh nitey // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – 2017, №32. С. 33...40.

2. Parmanchuk V.V., Ol'shanskiy V.I. Teplofizicheskie svoystva mnogosloynnykh teploizolyatsionnykh materialov // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014, №27. С. 87...93.

3. Stepanov S.G., Dzhanchaizova V.M., Myrkhal'kov Zh.U., Kenzhibaeva G.S., Turakulov B.S. Matematicheskaya model' stroeniya tekhnicheskikh tkaney dlya proizvodstva termoplastichnykh kompozitsionnykh materialov po sokrashchennoy tekhnologii // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 4. С. 79...83.

4. Koroteeva L.I., Yaskin A.P., Lekhtinen O.V. Issledovanie formirovaniya paketov pri namotke nitey opticheskogo steklovolokna // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1998, № 3. С. 86..88.

5. Grachev M.S., Koroteeva L.I. O vliyaniy usiliya vtyagivaniya na prochnost' dna fil'ery // Khimicheskie volokna. – 2007, № 5. С. 47...50.

6. Vasekin V.V., Perel'man S.L., Ulybyshev V.V. Opyt razrabotki konstruktsey shchelevykh fil'ernykh pitateley v tekhnologiyakh proizvodstva bazal'tovykh volokon // Dragotsennyye metally. Dragotsennyye kamni. – М.: МАИ, 2008, № 6. С. 167...170.

7. Vasekin V.V., Perel'man S.L., Ulybyshev V.V., Yastrebov V.A. Fil'ernyye pitateli s ob'emnoy fil'ernooy plastinooy // Мат. I Mezhdunar. конф.: Proizvodstvo oborudovaniya iz blagorodnykh metallov i ego primenenie v khimicheskoy i silikatnoy promyshlennosti. Berlin, 2005. – М.: АСМИ, 2005 С. 199...206.

8. Gavrilova A.A., Vinokurov G.G., Kychkin A.K., Oreshko S.M. Tekhnologicheskie kharakteristiki formovaniya bazal'tovykh nepreryvnykh volokon pri fil'ernom sposobe ikh polucheniya // Izv. Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. – 2013. Т. 15, № 4 (2). С.448...450.

9. Kanatov A.V., Fedorov E.V., Kulakov A.A. Problemy uskorennogo iznosa fil'ernogo pitatelya v rezul'tate provisaniya fil'ernooy plastiny iz platino-rodievyykh splyavov // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekh. конф.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2020). – 2020. С. 273...276.

10. Nikulin M.D., Kanatov A.V., Koroteeva L.I. Issledovanie i vybor optimal'nykh parametrov modul'noy konstruktsey korpusa fil'ernogo pitatelya. // V sb. nauchn. tr. Mezhdunar. Kosygin'skogo foruma: "Sovremennyye zadachi inzhenernykh nauk", mezhdunarodnyy nauchno-tekhnicheskyy simpozium "Sovremennyye inzhenernyye problemy v proizvodstvakh tovarov narodnogo potrebleniya". – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2019. С.217...222.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума . Поступила 25.10.21.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ВИДА ТКАЦКОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ**

**RECOMMENDATIONS FOR CHOOSING THE TYPE OF WEAVING EQUIPMENT  
FOR PRODUCTION OF TECHNICAL FABRICS**

*Е.Н. ХОЗИНА, О.С. ЖУРАВЛЕВА, П.А. КОРОЛЕВ,  
А.А. КУЛАКОВ, Л. АЛЬВАРИ*

*E.N. KHOZINA, O.S. ZHURAVLEVA, P.A. KOROLEV,  
A.A. KULAKOV, L. ALWAARI*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: khozina-en@rguk.ru; zhuravleva-os@rguk.ru; korolev-pa@rguk.ru;  
kulakov-aa@rguk.ru; laraalwaari@gmail.com

*В статье рассмотрены особенности производства и использования технических тканей. В настоящее время эти вопросы являются актуальными вследствие широкого применения спецволокон и технических тканей из них в различных областях промышленности и производства. Цель данной статьи состоит в разработке рекомендаций по выбору вида ткацкой машины для получения технической ткани заданного артикула. Задача о выборе технологического оборудования для выработки определенной технической ткани основывается на методе многокритериального анализа. В работе указаны необходимые, достаточные и желательные, а также дополнительные требования, которые должны быть учтены при многокритериальном отборе. Результатом работы является предложенный авторами ряд рекомендаций, которые основаны на решении указанной многокритериальной задачи. Полученные в работе рекомендации по выбору определенного вида ткацкого оборудования для производства технических тканей имеют практическую значимость и могут быть использованы инженерами-технологами при выработке технических тканей широкого ассортимента с наименьшим количеством перенастроек и переналадок оборудования. На основе использования многокритериального анализа в статье рассмотрен пример выбора вида ткацкой машины для получения технической саржи из спецволокон средней плотности с закладными кромками фонового переплетения.*

*In the article the features of production and using of technical fabrics are discussed. At present these problems are relevant because of a spread of special filaments and technical fabrics in different industrial branches. The purpose of the article is development of the recommendations for choosing the type of weaving machine for production of specified technical fabrics. The problem of choosing of technological equipment for production of the technical fabric is a task of multicriterial choosing. In the article authors point to the required, sufficient, desirable and additional criteria which you should take into account for the multicriterial choosing. The results of the article are some recommendations which are given. They have practical significance and can help to choose the type of weaving equipment for production of technical fabrics of wide range with minimal quantity of readjustments. Using these recommendations the authors implemented the choosing of the weaving machine for production of technical twill from special filaments.*

**Ключевые слова:** технические ткани, спецволокна, многокритериальный отбор, ткацкая машина, критерий отбора, саржа, ткацкие машины с гибкими рапирами.

**Keywords:** technical fabrics, special filaments, multicriterial choosing, weaving machine, criteria of choosing, twill, weaving machine with flexible rapiers.

В настоящее время широкое распространение получили технические ткани [1...5]. Они представляют собой материалы, изготавливаемые по особой технологии, имеющие определенные технические характеристики и выполняющие защитную, изоляционную или впитывающую функцию. Благодаря особым свойствам их применяют в различных отраслях промышленности и производства как в качестве составляющих, так и самостоятельно [6...9]. Основой для технических тканей могут быть натуральные, синтетические, специальные волокна и др.

Регламентированные технологии производства технических тканей требуют выбора определенного вида технологического оборудования, которое позволяет производить продукцию высокого качества.

Выбор технологического оборудования для производства технических тканей следует отнести к задаче о многокритериальной оценке и последовательном выборе ограниченной группы объектов из множества объектов, которые в той или иной степени удовлетворяют условиям поставленной задачи отбора единственного из множества возможного.

Многокритериальный отбор предполагает наличие следующих элементов:

- достаточно полной информационной базы, содержащей технические сведения о видах оборудования, из которых производится отбор подходящей ткацкой машины по группе установленных критериев или признаков;
- установленной (согласованной), но ограниченной группы критериев выбора машины;
- методики или плана проведения многокритериального отбора.

Основные критерии, по которым следует осуществлять отбор оборудования для

выработки технических тканей, представлены на рис. 1.



Рис. 1

Вследствие ограниченного числа критериев (например, при неизвестном ценовом диапазоне) результатом отбора может стать некоторая группа ткацких машин. Окончательный выбор единственного вида оборудования может быть произведен по дополнительным критериям (рис. 1), к которым следует отнести следующие:

- цена единицы оборудования;
- затраты на транспортировку от производителя к потребителю;
- затраты на монтаж и наладку единицы оборудования (допуск зарубежных специалистов на предприятие фирмы-изготовителя ткани, оплата их работы, оплата труда российских специалистов и т.д.);
- количество и цена вспомогательного и дополнительного оборудования, необходимого для эффективной эксплуатации отобранных машин;
- наличие соответствующих производственных площадей и помещений;

- наличие вспомогательных средств: требуемой смазки, сжатого воздуха производственных параметров, сжатого воздуха повышенных параметров (осушенный и очищенный воздух для технологических нужд пневматических машин);

- наличие квалифицированных кадров, например, инженеров-электронщиков, отслеживающих, настраивающих и обслуживающих системы автоматического управления и регулирования и т.д.

Результатом отбора и анализа требуемого оборудования могут стать дополнительные указания на возможность оснащения его необходимой технологической оснасткой, обеспечивающей получение заданной продукции высокого качества.

Очевидно, что подробный анализ и выбор технологических машин может и должен быть произведен только после выбора и утверждения первого основного объекта данного анализа.

Выработка технических тканей, как правило, производится на специальном оборудовании, но может быть осуществлена и на ткацких машинах, предназначенных для получения тканей широкого ассортимента. При этом следует учесть, что при выработке технических тканей требуется обеспечить повышенную точность раскладки основы и утка.

Ткацкая машина для выработки технических тканей может быть оснащена шестиремизным механизмом зевобразования с кулачковым приводом ремиз. Ремизоподъемная каретка для выработки подобных тканей не используется.

При формировании кромок перевивочного или брошюровочного типа при производстве технической ткани не требуются дополнительные катушки с основной нитью и специальные кромкообразователи. Однако при выработке на ткацких машинах двух и более полотен ткани они должны быть оснащены дополнительными отдельными механизмами кромкообразователей. Эти механизмы позволяют разделять общее полотно, находящееся в ткацкой заправке, на требуемое число отдельных полотен. Такие дополнительные механизмы поставляются изготовителем ткацких машин по требованию

заказчика. Количество таких механизмов  $M$  зависит от числа полотен  $N$ , вырабатываемых на одной машине, и определяется как  $M = N - 1$ .

Для обеспечения равномерности натяжения основных и уточных нитей по ширине и длине вырабатываемой технической ткани следует рекомендовать применение на технологическом оборудовании следующих устройств:

- товарного регулятора и механизма отпуска основы широкого диапазона действия (возможно оснащение их электронной системой управления и регулирования);

- товарной стойки для приема наработанной ткани и скатывания ее в рулон;

- двухзонных шпаруток и опушкодержателей.

Для решения вопроса о необходимости применения на ткацких машинах электронных регулирующих устройств необходима следующая дополнительная информация:

- о точности структуры получаемой ткани;

- о величине, форме и весе основных и уточных паковок (бобин, шпуль и патронов, на которые намотана основная и уточная пряжа);

- о способе подготовки основы к процессу ткачества, то есть использование специальных шпулярников непосредственно на ткацкой машине или проведение предварительной сновки на соответствующий навой.

Кроме того, степень автоматизации машин, особенно с использованием на них электронных устройств, должна быть увязана с наличием на предприятии соответствующего обслуживающего персонала определенной квалификации: механиков-наладчиков, мастеров-технологов ткацкого производства, а также инженеров-электронщиков.

При выработке технических тканей требуется повышенная точность распределения по поверхности ткани основы и утка. Именно это условие становится определяющим при выборе вида и модели ткацкой машины.

При этом следует обратить внимание на возможность получения полной и подроб-

ной информации о наладке и обслуживании технологического оборудования от его поставщика, а именно, инструкций по обслуживанию машины и каталога запасных частей.

Ассортимент технических тканей и их артикулов быстро меняются в соответствии с условиями их сбыта и применения, в связи с чем желательнее выбирать такое оборудование, которое при необходимости позволило бы вырабатывать различные виды технических тканей с наименьшим количеством перенастроек и переналадок.

Рассмотрим применение предложенных рекомендаций при выборе технологического оборудования для выработки саржи технической специальной (из спецволокон)

средней плотности с закладными кромками фонового переплетения. Эта ткань обладает высокой износостойкостью, водоотталкивающими свойствами, несминаемостью и воздухопроницаемостью, благодаря чему широко используется для производства спецодежды [10]. Перечень параметров саржи технической специальной представлен в табл. 1.

Техническая саржа может быть изготовлена на ткацких машинах, использующих различные способы прокладки утка, в том числе на машинах с малогабаритными прокладчиками, с гибкими или жесткими рапирами, а также с пневматическим способом введения утка в зев.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
1	Линейная плотность основы	текс	175...205
2	Линейная плотность утка	текс	175...205
3	Количество нитей основы в заправке	Шт.	640; 600
4	Ширина заправки по берду $L_t$	см	$90 \pm 0,7$
5	Плотность ткани по основе	нить/дм	$60 \pm 2$
6	Плотность ткани по утку	нить/дм	$60 \pm 2$
7	Поверхностная плотность ткани	г/м <sup>2</sup>	$240 \pm 30$
8	Номер берда	зуб/дм	30
9	Вид кромки ткани	-	закладная
10	Тип кромки ткани	-	фоновая
11	Ширина кромки ткани	мм	20...25

Для прокладывания утка из спецволокон использование пневматического способа, несмотря на достаточно высокую его производительность, не рекомендуется, что объясняется сложностью обслуживания пневматических ткацких машин и их высокой энергоемкостью [11].

При использовании ткацких машин с малогабаритными прокладчиками утка [12] отклонения по плотности и расположению нитей основы и утка в ткани могут оказаться выше требуемых в техническом задании (табл. 1), а отработка приемлемой технологии потребует значительного времени и привлечения квалифицированных специалистов. Кроме того, этот вид ткацких машин необходимо дополнительно укомплектовывать нитенакопителями с электронным управлением, вальянами со специальным покрытием, сдвоенными

шпарутками и прочей технологической оснасткой.

Ткацкие машины с жесткими рапирами [11], [13], [14] обладают высокой технологической гибкостью, способны поддерживать натяжение уточины в строго заданном диапазоне, однако уступают по производительности, по показателю съема готовой продукции с одного квадратного метра производственной площади и по ценовому критерию.

Достаточно широко в современном ткачестве применяются ткацкие машины с гибкими рапирами [15], позволяющие вырабатывать технические ткани при постоянном и равномерном натяжении основы по ширине заправки и утка в процессе ткачества. Эти машины имеют сравнительно высокую производительность и надежность при умеренной стоимости, широкий

диапазон технологических и технических возможностей, низкий коэффициент энергопотребления и ряд других положительных характеристик. Рассмотрев парк ткацкого оборудования, выпускаемого в России и за рубежом, можно рекомендовать ткацкие машины с гибкими рапирами для производства саржи технической специальной.

Следует обратить внимание на то, что для выработки рассматриваемой ткани ткацкие машины с гибкими рапирами должны быть дополнены соответствующими им сновальными машинами и шпулярниками. Шпулярники должны иметь объем, соответствующий количеству нитей в вырабатываемой ткани, либо должны быть использованы сновальные и перегонные машины для намотки ткацких навоев. При выработке ткани конкретного артикула возможно применение специального отдельного шпулярника непосредственно для каждой ткацкой машины с числом разматываемых шпуль, равным количеству нитей в заправке. Отработка технологического процесса по подготовке нитей из спецволокон к ткачеству на ткацких машинах с гибкими рапирами должна быть продолжена, так как следует обеспечить комплектацию заказываемых ткацких машин дополнительными устройствами и ткацкой оснасткой.

Проведенные исследования показали, что для выработки в месяц 1 т технической саржи заданной плотности (табл. 1) достаточно иметь одну ткацкую машину с гибкими рапирами с заправочной шириной не более 220 см, оснащенную четырьмя сменными средними кромкообразователями, осуществляющую питание основой как со шпулярника, так и с навоя и имеющую производительность более 33 тыс.м.утка/ч. Окончательный выбор определенной модели ткацкой машины может быть произведен с учетом финансовых возможностей заказчика.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлены основные (необходимые, достаточные, желательные) и дополнительные критерии выбора технологического

оборудования для выработки технической ткани определенного артикула.

2. Предложены рекомендации, которые основаны на решении задачи о многокритериальном отборе и могут быть использованы при выборе ткацкого оборудования для получения технической ткани определенного артикула.

3. Для производства специальной технической саржи средней плотности с закладными кромками фонового переплетения предложено использовать ткацкие машины с гибкими рапирами, отвечающие всем рекомендуемым критериям отбора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилова Н.Л., Чистобородов Г.И., Федосов С.В. Будущее отрасли – технический текстиль, функциональные материалы с новыми или улучшенными эксплуатационными свойствами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 4. С. 24...28.
2. Есиркепова А.М., Ахметова Г.Ж., Садыков А.С., Абилкасым А.Б., Аширбаева С.Б. Влияние инновационных технологий и материалов на развитие текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020 № 3. С.52...60.
3. Есиркепова А.М., Абельданова А.В., Тулеметова А.С., Кадырова К.Ж., Коптаева Г.П. Технический текстиль: перспективы и развитие рынков потребления // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 1. С. 104...112.
4. Фомченкова Л. Н. Современный технический текстиль отечественного производства в условиях пандемии // Легкая промышленность. Курьер. – 2020, № 3.
5. Sidorina A.I. Manufacturers of Carbon Fabrics: An Overview // Fibre Chemistry. – Vol. 52, № 6, 2021. P.383...393.
6. Рысбаева И.А., Мазарипова А.М. Исследование состава и свойств текстильных материалов специального назначения // Изв. КГТУ им. И. Раззакова. – 2018, № 45. С. 254...259.
7. Бизюк А.Н., Ясинская Н.Н. Имитационное моделирование пористой структуры армирующих химических нитей // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2017, № 1 (32). С.33...40.
8. Панкевич Д.К. Методика оценки качества водонепроницаемых композиционных слоистых материалов для спецодежды // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2016, № 1 (30). С. 40...48.
9. Хамматова Э.А. Повышение эксплуатационных свойств готовых изделий одежды специального назначения на основе применения модифицирован-



ных текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 5. С.74...79.

10. Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ 11209-2014. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2015.

11. Lindauer DORNIER GmbH (Германия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.lindauerdornier.com>

12. ОАО "Текстильмаш" (Россия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.loom.ltd/>

13. Picanol (Бельгия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.picanol.be>

14. Santex Rimar Group (Италия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.santexrimar.com>

15. Itema (Италия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.itemagroup.com>

#### REFERENCES

1. Kornilova N.L., Chistoborodov G.I., Fedosov S.V. Budushchee otrasli – tekhnicheskij tekstil', funktsional'nye materialy s novymi ili uluchshennymi ekspluatatsionnymi svoystvami // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2014, № 4. S. 24...28.

2. Esirkepova A.M., Akhmetova G.Zh., Sadykov A.S., Abilkasym A.B., Ashirbaeva S.B. Vliyanie innovatsionnykh tekhnologiy i materialov na razvitie tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020 № 3. S.52...60.

3. Esirkepova A.M., Abel'danova A.V., Tulemetova A.S., Kadyrova K.Zh., Koptaeva G.P. Tekhnicheskij tekstil': perspektivy i razvitie rynkov potrebleniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 1. S. 104...112.

4. Fomchenkova L. N. Sovremennyy tekhnicheskij tekstil' otechestvennogo proizvodstva v usloviyakh

pandemii // Legkaya promyshlennost'. Kur'er. – 2020, № 3.

5. Sidorina A.I. Manufacturers of Carbon Fabrics: An Overview // Fibre Chemistry. – Vol. 52, № 6, 2021. P.383...393.

6. Rysbaeva I.A., Mazaripova A.M. Issledovanie sostava i svoystv tekstil'nykh materialov spetsial'nogo naznacheniya // Izv. KGTU im. I. Razzakova. – 2018, № 45. S. 254...259.

7. Bizyuk A.N., Yasinskaya N.N. Imitatsionnoe modelirovanie poristoy struktury armiruyushchikh khimicheskikh nitey // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2017, № 1 (32). S.33...40.

8. Pankevich D.K. Metodika otsenki kachestva vodonepronitsaemykh kompozitsionnykh sloistnykh materialov dlya spetsodezhdy // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2016, № 1 (30). S. 40...48.

9. Khammatova E.A. Povyshenie ekspluatatsionnykh svoystv gotovykh izdeliy odezhdy spetsial'nogo naznacheniya na osnove primeneniya modifitsirovannykh tekstil'nykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 5. S.74...79.

10. Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ 11209-2014. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2015.

11. Lindauer DORNIER GmbH (Германия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.lindauerdornier.com>

12. ОАО "Текстильмаш" (Россия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.loom.ltd/>

13. Picanol (Бельгия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.picanol.be>

14. Santex Rimar Group (Италия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.santexrimar.com>

15. Itema (Италия) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.itemagroup.com>

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума . Поступила 25.10.21.

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ХЛОПКОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ  
В СЕПАРАТОРЕ ХЛОПКА**

**SUBSTANTIATION OF PARAMETERS AND FINITE ELEMENT MODELING  
OF THE MOVEMENT OF A COTTON-AIR MIXTURE IN A COTTON SEPARATOR**

*О.Ж. МУРОДОВ, П.Н. РУДОВСКИЙ, А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ*

*O.J. MURODOV, P.N. RUDOVSKIY, A.R. KORABELNIKOV*

*(Костромской государственной университет)*

*(Kostroma State University)*

E-mail: pavel\_rudovsky@mail.ru; baxrinjom@mail.ru

*В статье рассмотрена работа сепаратора хлопка СС-15, предназначенного для выделения хлопка-сырца из потока транспортирующего его воздуха. Одним из недостатков используемых в настоящее время сепараторов является повышенное дробление семян, которое возникает вследствие удара летучек хлопка, движущихся по инерции, о стенку отделительной камеры. Предложены конструктивные меры для устранения этого недостатка. Они сводятся к установке направителя, который отклоняет входящий в отделительную камеру поток воздуха и тем самым снижает силу удара летучек хлопка-сырца о стенку. На основе конечно-элементного моделирования проведен анализ движения воздуха в камере сепаратора, а также движения частиц хлопка, рассчитаны их скорости и траектории. Показано, что установка направителя позволяет снизить силу удара летучек о стенку камеры в среднем на 18%, что достаточно для снижения дробления семян до 1%, и за счет этого повысить качество хлопка-сырца, поступающего на джинирование.*

*The article discusses the operation of the SS-15 cotton separator, designed to separate raw cotton from the flow of air transporting it. One of the disadvantages of currently used separators is the increased crushing of seeds, which occurs due to the impact of cotton bats, moving by inertia, on the wall of the separation chamber. Constructive measures are proposed to eliminate this shortcoming. They are reduced to the installation of a guide, which deflects the air flow entering the separation chamber and (hereby reduces the impact force of the raw cotton bats on the wall. On the basis of finite element modeling, an analysis of the movement of air in the separator chamber, as well as the movement of cotton particles, was carried out, their speeds and trajectories were calculated. It is shown that the installation of the guide allows reducing the impact force of the flyers on the chamber wall by an average of 18%, which is enough to reduce the crushing of seeds to 1% and thereby improve the quality of raw cotton supplied for ginning.*

**Ключевые слова:** сепаратор, хлопок-сырец, хлопко-воздушная смесь, направитель потока, сила удара, повреждаемость семян, качество хлопка-сырца.

**Keywords:** separator, raw cotton, cotton-air mixture, flow director, impact force, seed damage, quality of raw cotton.

Сепаратор хлопка предназначен для создания тяги в пневмосистеме, обеспечивающей транспортировку хлопка-сырца между технологическими переходами на хлопкозаводах, и отделения транспортируемого продукта от воздуха. При этом сепаратор не должен повреждать волокно и семена. Наиболее распространенным в хлопкоочистительной промышленности Республики Узбекистан сепаратором является сепаратор СС-15. Его технологическая схема представлена на рис. 1 (а – серийный сепаратор, б – модернизированный) Он состоит из отделительной 1 и воздушной 2 камер, разделенных перфорированной стенкой 3. Хлопководдушная смесь подается тягой воздуха от вентилятора (на схеме не показан) через входной патрубок 4. Двигаясь по инерции,

летучки хлопка ударяются о стенку 5 отделительной камеры, что приводит к повышенному дроблению семян, которое может достигать 1,5% [1]. Для устранения этого явления предложен ряд конструктивных мероприятий [2], которые сводятся в основном к управлению потоком хлопководдушной смеси на входе в отделительную камеру сепаратора. Управление потоком осуществляется с помощью специального направляющего козырька 6, который отклоняет поток вниз, в сторону вакуум-клапана 7. Эффективность такого мероприятия проверена экспериментально [3], [4], и эмпирически определено положение козырька, обеспечивающее наибольшее снижение механического повреждения семян.

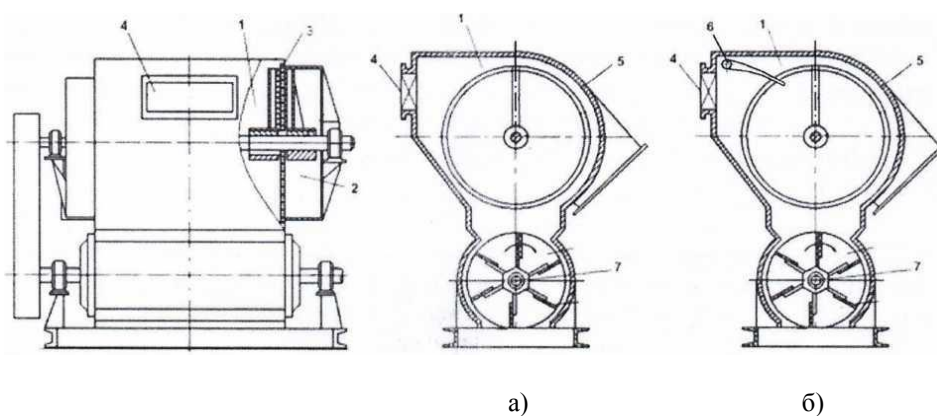


Рис. 1

Для более детального изучения аэродинамических процессов, происходящих в сепараторе хлопка СС-15, проводилось конечно-элементное моделирование в среде ANSYS CFX. Поскольку конструкция сепаратора имеет плоскость симметрии, в качестве геометрической модели использовалась половина конструкции. На рис. 2 показана модель отделительной камеры, в которой движется смесь воздуха с хлопком-сырцом с нанесенной на нее конечно-элементной сеткой. Сетка тетраэдрическая, максимальный размер элемента 3 см. Для лучшего разрешения течения в пограничном слое у стенок создавались ортогональные слои регулярной сетки, 10 слоев общей толщиной 40 мм. Всего в модели около 600 тыс. элементов и 140 тыс. узлов.

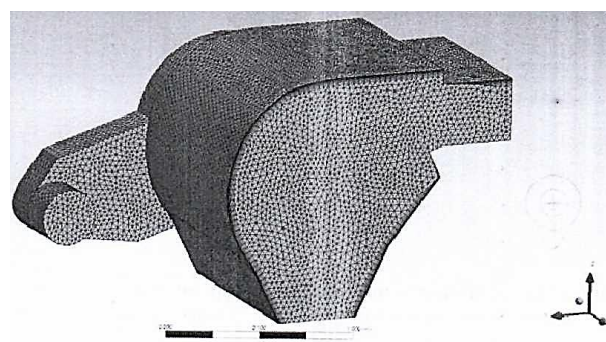


Рис. 2

Для моделирования перфорированной стенки 3 между отделительной и воздушной камерами, задерживающей частицы хлопка, модель включала два домена, интерфейс между которыми позволял задать перепад давления по заданному закону. В

данной модели перепад рассчитывался в зависимости от средней скорости воздуха через поверхности интерфейса по формуле Дарси - Вейсбаха для местного сопротивления в потоке [5], [6]:

$$\Delta P = \xi \frac{v^2}{2} \rho,$$

где  $\Delta P$  – потери давления на гидравлическом сопротивлении;  $\rho$  – плотность воздуха;  $v$  – скорость потока.

При моделировании летучка хлопка представлялась в виде шара, имеющего массу, равную массе летучки, и диаметр, обеспечивающий скорость витания, равную скорости витания летучки.

Масса летучки принималась равной 0,25 г [7]. В [8], [9] приводится среднее значение

объема летучек хлопка, который составляет 5,2 см<sup>3</sup>. Это позволяет рассчитать радиус шара, моделирующего летучку. В данном расчете он составлял 1,6 см.

Количество частиц в потоке рассчитаем следующим образом. Производительность сепаратора составляет 3...7 т/ч. При максимальной производительности через входной патрубок пройдет 1,9 кг/с хлопко-сырца, это соответствует 9500 летучек в секунду.

По результатам расчета проводилось сравнение двух вариантов конструкции сепаратора хлопка: серийного (рис. 1-а) и модернизированного рис. (1-б), во входном патрубке которого устанавливался направлятель, который должен обеспечивать отклонение хлопково-воздушной смеси в сторону вакуум-клапана.

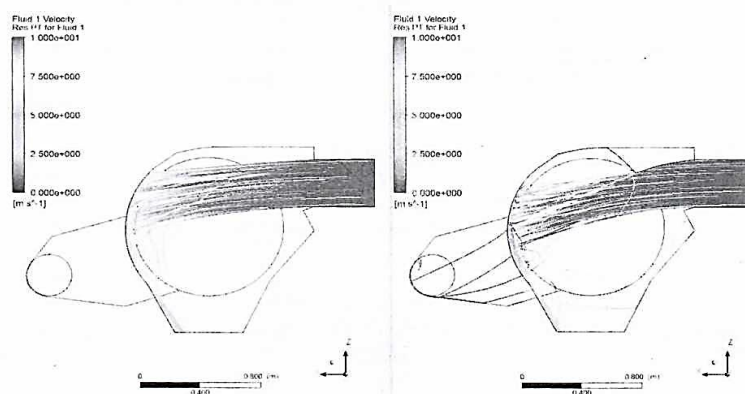


Рис. 3

На рис. 3 показаны траектории летучек хлопка в центральном сечении отделительной камеры сепаратора (а – существующая схема сепаратора, б – предлагаемая схема сепаратора). Из рисунка видно, что уста-

новка направлятеля приводит к отклонению потока летучек вниз, к вакуум-клапану. Линии тока воздуха для двух вариантов показаны на рис. 4.

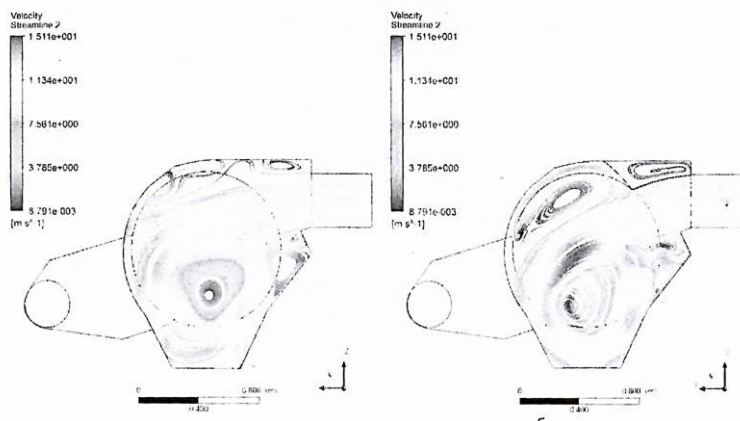


Рис. 4

Картина линий тока показывает, что в случае установки направителя в верхней части отделительной камеры образуется вихрь, на поддержание которого затрачивается определенная часть энергии потока, что может способствовать снижению ско-

рости потока в центральной части камеры. Это подтверждается картиной распределения турбулентной вязкости, приведенной на рис. 5 (а – существующая схема сепаратора; б – предлагаемая схема).

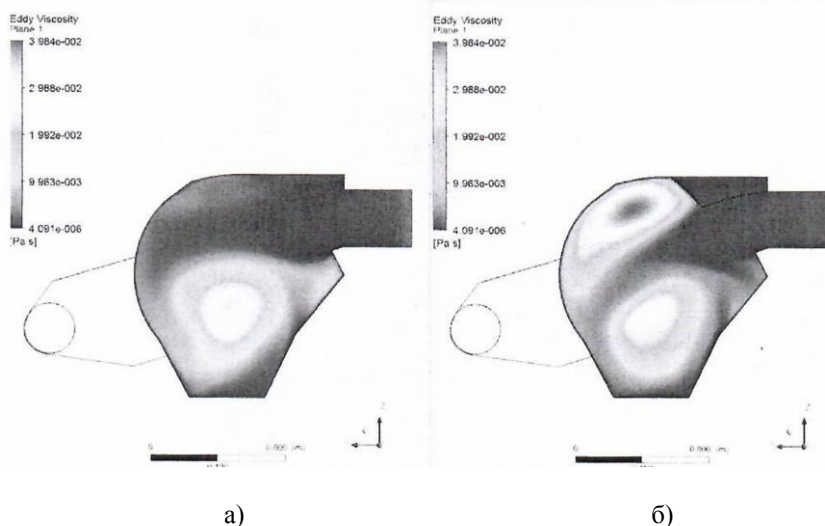


Рис. 5

Анализ поля скоростей воздушных потоков в отделительной камере показывает, что сжатие потока направителем приводит к увеличению скорости воздуха в отделительной камере. Однако при этом скорости направлены по касательной к стенке, поэтому увеличение скорости в целом не приводит к росту скорости соударения летучек со стенкой отделительной камеры и дроблению семян.

В ANSYS CFX имеется программный модуль, позволяющий проводить вычислительные эксперименты по определению взаимного влияния различных факторов, входящих в математическую модель. Так, можно построить рассчитанные в рамках разработанной модели зависимости усредненной силы давления летучек хлопка на стенку отделительной камеры. Этот параметр не позволяет получить силу удара каждой летучки и оценить вероятность разрушения семян, однако он позволяет проводить сравнение различных технологических режимов и вариантов конструкции. Расчеты показывают, что вариант сепаратора с направителем потока в отделительной камере обеспечивает снижение силы

удара летучек о стенку отделительной камеры до 18%, что как показывают эксперименты [10...16], позволяет снизить содержание дробленых семян в хлопке до приемлемого уровня 1%.

## ВЫВОДЫ

1. В результате конечно-элементного анализа потоков хлопково-воздушной смеси в отделительной камере сепаратора хлопка установлено, что установка направителя на входном патрубке позволяет на 18% снизить силу удара летучки о стенку отделительной камеры.

2. Снижение силы удара достигается за счет изменения направления движения летучек и образования вихря за козырьком направителя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Khodjiev M.T., Murodov O.J., Eshmurodov D.D., Eshnazarov D.A.* Tests in the insulating cameras of the improved separator. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. –2020. 862(3), 032025.
2. Патент RU № 2701220. Сепаратор хлопка-сырца / О.Ж. Муродов, М.Т. Ходжиев, А. Рахимов и

др. 19.04.2019: Оpubl. 25. 09. 2019, Бюл. № 27.

3. *Khodjiev M. T., Murodov O.J.* Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 6, Is. 4, April 2019. P.8735...8738. ISSN: 2350-0328.

4. *Муродов О.Ж.* Снижение повреждаемости семян в сепараторе хлопка-сырца // Технологии и качество. – 2021, № 3(53). С. 48...51. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-3-53-48-51>.

5. Физика: Энциклопедия / Под ред. Ю.В. Прохорова. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003.

6. *Rudovskii P.N.* The relationship between winding structure, sloughing off and breakages during rewinding // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – №6, 1996. P.40...44.

7. *Мирошниченко Г.И.* Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1972.

8. *Кодиралиев А.* Исследование падения компонентов хлопка-сырца. Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация – 2020, №3. С. 73...76. <https://doi.org/10.26160/2587-7577-2020-3-73-76>.

9. *Murodov O.J.* Development of an effective design and justification of the parameters of the separation and cleaning section of raw cotton // ICMSIT-II 2021 Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042012 IOP Publishing doi: 10.1088/1742-6596/1889/4/042012. P.1889...1896.

10. *Газиева С.А., Курбонов Б.Д., Нуров М.Э., Иброгимов Х.И., Рудовский П.Н.* Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С.131...135.

11. *Корабельников А.Р., Лебедев Д.А., Шутова А.Г.* Выделение сорных примесей с поверхности слоя волокнистого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С.143...146.

12. *Khodjiev M.T., Murodov O.J., Eshmurodov D.* Creation of Scientific-Based Construction of the Separator with Insulation Camera // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). – Vol.9, Is.4. February 2020. ISSN: 2278-3075.

13. *Murodov O.J., Djuraev A., Narmatov E.A., Yormamatov T.* Analysis of the vibrations of a console column made on a base with non- linc protection in gin // ICMSIT-II 2021 Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042017 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/4/042017. Page 1-5.

14. *Газиева С.Л., Нуров М.Э., Иброгимов Х.И., Рудовский П.Н.* Анализ движения летучки хлопка-сырца по лопасти барабанной сушилки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 75...79.

15. *Khodjiev M.T., Murodov O.J.* Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator // Ad-

vanced Research in Science. Engineering and Technology. – Vol. 6, Is.4, April 2019. P.8735...8738.

16. *Hodjiev M., Eshmurodov D, Ortiqova D.* (2021). Study on the development of improved routing technology of CC-15A cotton separator. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 939. 012070. 10.1088/1755-1315/939/1/012070.

## REFERENCES

1. *Khodjiev M.T., Murodov O.J., Eshmurodov D.D., Eshnazarov D.A.* Tests in the insulating cameras of the improved separator. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. –2020. 862(3), 032025.

2. Patent RU № 2701220. Separator khlopkasyrtsa / O.Zh. Murodov, M.T. Khozhiev, A. Rakhimov i dr. 19.04.2019: Opubl. 25. 09. 2019, Byul. № 27.

3. *Khodjiev M. T., Murodov O.J.* Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 6, Is. 4, April 2019. P.8735...8738. ISSN: 2350-0328.

4. *Murodov O.Zh.* Snizhenie povrezhdaemosti se-myan v separatore khlopka-syrtsa // Tekhnologii i kachestvo. – 2021, № 3(53). S. 48...51. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2021-3-53-48-51>.

5. *Fizika: Entsiklopediya / Pod red. Yu.V. Prokhorova.* – М.: Bol'shaya Rossiyskaya entsiklopediya, 2003.

6. *Rudovskii P.N.* The relationship between winding structure, sloughing off and breakages during rewinding // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – №6, 1996. P.40...44.

7. *Miroshnichenko G.I.* Osnovy proektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki khlopka. – М.: Mashinostroenie, 1972.

8. *Kodiraliev A.* Issledovanie padeniya komponentov khlopka-syrtsa. Mashiny, agregaty i protsessy. Proektirovanie. sozdanie i modernizatsiya – 2020, №3. S. 73...76. <https://doi.org/10.26160/2587-7577-2020-3-73-76>.

9. *Murodov O.J.* Development of an effective design and justification of the parameters of the separation and cleaning section of raw cotton // ICMSIT-II 2021 Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042012 IOP Publishing doi: 10.1088/1742-6596/1889/4/042012. P.1889...1896.

10. *Gazieva C.A., Kurbonov B.D., Nurov M.E., Ibrogimov Kh.I., Rudovskiy P.N.* Izmenenie strukturnogo pokazatelya khlopka-syrtsa po tekhnologicheskim perekhodam ego pererabotki // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, № 5. S.131...135.

11. *Korabel'nikov A.R., Lebedev D.A., Shutova A.G.* Vydelenie sornykh primesey s poverkhnosti sloya voloknistogo materiala // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, № 4. S.143...146.

12. *Khodjiev M.T., Murodov O.J., Eshmurodov D.* Creation of Scientific-Based Construction of the Separator with Insulation Camera // International Journal of

Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). – Vol.9, Is.4. February 2020. ISSN: 2278-3075.

13. Murodov O.J., Djuraev A., Narmatov E.A., Yormamatov T. Analysis of the vibrations of a console column made on a base with non- linc protection in gin // ICMSIT-II 2021 Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042017 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/4/042017. Page 1-5.

14. Gazieva S.L., Nurov M.E., Ibrogimov Kh.I., Rudovskiy P.N. Analiz dvizheniya letuchki khlopka-syrtsa po lopasti barabannoy sushilki // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, № 2. S. 75...79.

15. Khojiev M.T., Murodov O.J. Researches Gained in Process with Developed CC-15A Separator // Advanced Research in Science. Engineering and Technology. – Vol. 6, Is.4, April 2019. P.8735...8738.

16. Hodjiev M., Eshmurodov D, Ortigova D. (2021). Study on the development of improved routing technology of CC-15A cotton separator. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 939. 012070. 10.1088/1755-1315/939/1/012070.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 03.02.22.

УДК 621.1

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_271

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ПУЛЬСАЦИЙ ПОТОКА  
НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА  
В ПЛАСТИНЧАТОМ ТЕПЛООБМЕННОМ АППАРАТЕ\***

**EXPERIMENTAL STUDIES OF THE EFFECT OF THE ACTION  
OF FLOW PULSATIONS ON THE INTENSITY  
OF HEAT EXCHANGE IN A PLATE HEAT EXCHANGER**

*Н.В. ДЕРЮГИН, Е.С. БОРОДИНА, М.П. ТЮРИН, О.И. СЕДЛЯРОВ, С.А. ТРУБАЕВ*

*N.V. DERYUGIN, E.S. BORODINA, M.P. TYURIN, O.I. SEDLYAROV, S.A. TRUBAEV*

**(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))**

**(Russian State University named after A.N. Kosygina (Technologies. Design. Art))**

E-mail: info@rguk.ru, kaf\_peg@rguk.ru.

*В современной энергетической отрасли огромное влияние уделяется энергоэффективности тепломеханического оборудования, используемого на тепло- и электрогенерирующих объектах. Использование ВЭР, а также сокращение энергетических затрат на собственные нужды – позволяет увеличить КПД как одного конкретного оборудования, так и электростанции в целом.*

*Одним из наиболее эффективных способов повышения эффективности работы тепломеханического оборудования является использование активных и пассивных методов интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах. Принимая во внимание конструктивные особенности теплообменного оборудования, использование активного метода интенсификации теплообмена является наиболее эффективным. Так, в статье представлены результаты экспериментальной части работы, в рамках которой рассматривалось повышение интенсификации теплообмена в пластинчатом*

\* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 19-38-90297/19.

*теплообменном аппарате за счет наложения на поток охлаждающего теплоносителя – пульсаций разной частоты. При анализе исследований, касающихся интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах, наблюдаются как положительный, так и отрицательный результаты.*

*In the modern energy industry, a huge influence is paid to the energy efficiency of thermal mechanical equipment used in heat and power generating facilities. The use of secondary energy resources as well as the reduction of energy costs for own needs — allows to increase the efficiency of both one specific equipment and the power plant.*

*One of the most effective ways to improve the efficiency of thermal mechanical equipment is the use of active and passive methods of intensifying heat transfer in heat exchangers. Considering the design features of heat exchange equipment, the use of an active method of intensifying heat transfer is the most effective. So, the paper presents the results of the experimental part of the work, within the framework of which an increase in the intensification of heat transfer in a plate heat exchanger was considered, due to the imposition of pulsations of different frequencies on the flow of a cooling coolant. When analyzing studies concerning the intensification of heat transfer in heat exchangers, both positive and negative results are observed.*

**Ключевые слова:** интенсификация теплообмена, пластинчатый теплообменный аппарат, пульсации, теплопроводность, теплопередача, генератор импульсов.

**Keywords:** heat exchange intensification, plate heat exchanger, pulsations, thermal conductivity, heat transfer, pulse generator.

На основании ранее изученного материала [1], [8] можно сделать вывод, что интенсификация теплообмена за счет применения активных методов воздействия имеет как положительный, так и отрицательный результат. Рассматривая явление интенсификации теплообмена в пластинчатых теплообменных аппаратах, большое влияние на результат оказывают следующие факторы: характер оребрения пластин, расстояние между рядами ребер пластин; расстояние между пластинами; наличие/отсутствие гладких выступов в непосредственной близости к впускным отверстиям пластин теплообменника.

При использовании генератора импульсов различных типов особое значение имеет место его расположения. Так, в работе [2] приведены результаты исследования, в которых при установке генератора импульсов на стороне подачи охлаждающей воды коэффициент теплопередачи увеличивался на 80...90% при частоте генерируемых пульсаций 160 ц/м. В [3] были про-

ведены экспериментальные исследования влияния величины пульсации на коэффициент теплоотдачи от воды в горизонтальной трубе кожухотрубного теплообменника. Пульсации воды, получаемые в результате работы генератора пульсаций, расположенного перед теплообменником, создавали колебания давления воды и расхода. При этом число Рейнольдса достигало значения 85000, а задаваемая частота пульсаций была установлена на уровне 1,5...1,6 Гц. Отношение амплитуд варьировалось от 1 до 1,56. В результате проведенных исследований, было установлено, что при амплитуде колебаний 1,42 коэффициент теплопередачи увеличивался на 60...70%.

#### *Описание эксперимента*

Схема экспериментальной установки (рис. 1) состоит из двух независимых контуров: 1 – контур основной охлаждающей; 2 – замкнутый контур охлаждения основного и вспомогательного оборудования; генератора пульсаций (1), пластинчатого теплообменника ALFA LAVAL (2), насосов



основной охлаждающей воды (3) и насосов холодной воды ЗКО (4). Вода первого контура, пройдя через систему орошения вентиляторных градирен, имеет температуру в интервале 15...27°C. Установленные насосы обеспечивают циркуляцию воды через конденсатор паровой турбины, что обусловлено условиями эксплуатации. Перед конденсатором паровой турбины в подающих трубопроводах выполнены врезки трубопроводов меньшего сечения для отбора охлаждающей воды на пластинчатый теп-

лообменник (2) системы ЗКО. Вода второго контура циркулирует по замкнутому контуру и имеет температуру на выходе из теплообменника от 25 до 38°C (в зависимости от температуры наружного воздуха). После пластинчатого теплообменника вода подается в общий коллектор, из которого происходят отборы охлажденной воды на теплообменники потребителей. Из условий эксплуатации пластинчатого теплообменника известно, что расходы охлаждаемой и охлаждающей воды одинаковы.

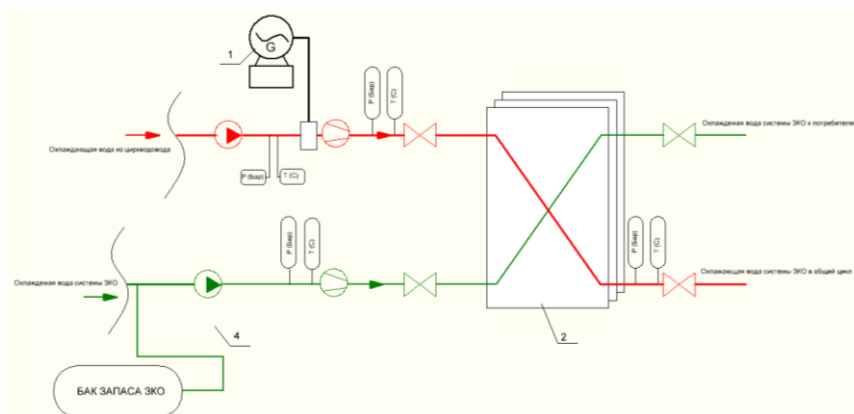


Рис. 1

#### *Ход эксперимента.*

Основная охлаждающая вода циркуляционными насосами (3) подавалась на пластинчатый водо-водяной теплообменник. На линии подачи воды после насосов был установлен генератор импульсов (1), который позволяет резко изменять величину расхода и давления охлаждающей жидкости в подающем трубопроводе посредством возникающих колебаний рабочего поршня клапана. Включение в работу генератора импульсов производилось кратковременно в течение 8 ч работы системы. В ходе эксперимента проводились измерения температуры охлаждаемой и охлаждающей воды на входе и выходе из теплообменника, давление и изменение расхода охлаждающей и охлаждаемой воды. При работающем генераторе импульсов в течение 2 ч параметры расхода воды не учитывались, а величина расхода охлаждающей жидкости рассчитывалась, исходя из имевшегося уравнения теплового баланса. Генератор импульсов

представляет собой клапан, усовершенствованной конструкции с возможностью использования пневматического и электропривода. Во время работы клапана происходит резкое открытие и закрытие запорного элемента, что создает колебания давления и расхода в трубопроводе охлаждающей воды. Специфика клапана подразумевает использование разных частот генерации импульсных колебаний.

В табл. 1 приведены технические характеристики пластинчатого теплообменного аппарата.

Данные эксперимента включают в себя характеристики теплоносителя, достигаемые в результате работы системы в импульсном и стационарном режиме. Справедливо отметить, что интенсификация теплообмена в пластинчатом теплообменном аппарате может происходить только в результате изменения коэффициента теплоотдачи со стороны охлаждаемой, либо охлаждающей жидкости [4], [10].

Таблица 1

Параметры	Горячая сторона	Холодная сторона
Массовый расход, кг/ч	1461579	1465247
Объемный расход, м <sup>3</sup> /ч	1473,00	1473,00
t на входе, °С	45	28
t на выходе, °С	35	38
P на входе, бар	6,0	6,0
Тип пластин	NT350KS HVDS	
Количество пластин	425 шт	
Толщина пластин	0,6 мм	

В ходе эксперимента использовались значения, полученные при шести разных значениях частоты и двух расходах холодной воды (табл. 2 – результаты расчета коэффициента теплопроводности при наложении пульсации на поток охлаждающей воды).

На графике (рис. 2 – графическое отображение зависимости коэффициента теплопередачи от частоты колебаний, при 2-х разных массовых расходах) видно, что на всех используемых частотах при увеличении расхода теплоносителя коэффициент теплопередачи растет. При этом при достижении частоты  $\approx 1,8$  Гц наблюдается мак-

симальное значение величины коэффициента теплопередачи. После чего значения коэффициента теплопередачи при увеличении частоты начинают снижаться.

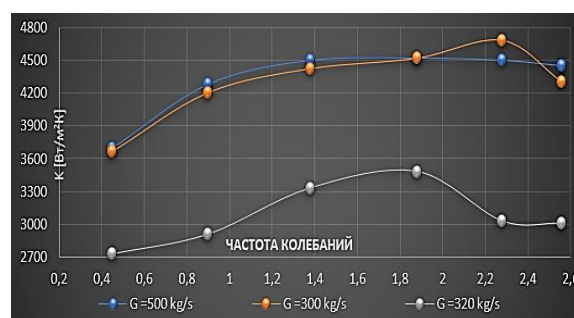


Рис. 2

Таблица 2

Частота, Гц	Массовый расход		
	G=500 кг/с	G=300 кг/с	G=320 кг/с
	K [Вт·м²/К]	K [Вт·м²/К]	K [Вт·м²/К]
0,45	3690	3660	2730
0,9	4280	4200	2910
1,38	4500	4420	3330
1,88	4520	4515	3480
2,28	4500	4680	3030
2,56	4450	4300	3010

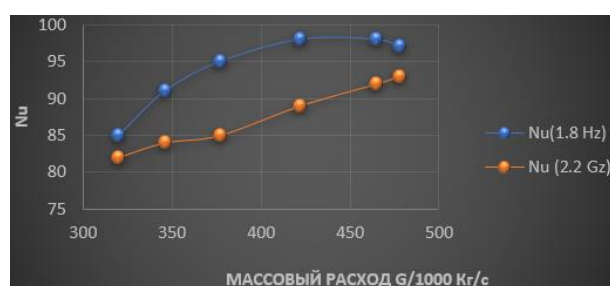


Рис. 3

По результатам проведенных расчетов представлена зависимость массового расхода охлаждающей воды при двух частотах (рис. 4 – графическое отображение зависимости коэффициента теплопередачи от массового расхода охлаждающей воды) от коэффициента теплопередачи в теплооб-

меннике, а также зависимость массового расхода от критерия Нуссельта (рис. 3 – графическое отображение величины числа Нуссельта и массового расхода охлаждающей воды).

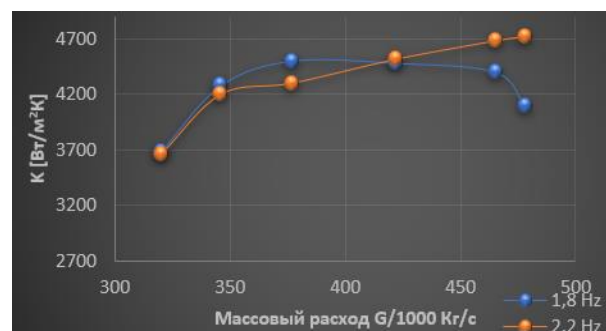


Рис. 4

Из рис. 4 видно, что при наложенной пульсации до 2,2 Гц коэффициент теплопередачи возрастает, с увеличением массового расхода, а при частоте 1,8 характерно уменьшается при значениях массового расхода от 380 до 420 кг/с.

В табл. 3 приведены результаты расчета числа Нуссельта при наложении пульсации на поток охлаждающей воды и при изменении массового расхода.

Т а б л и ц а 3

Н=1,8 Гц		Н=2,2 Гц	
Массовый расход [кг/с]	Число Nu	Массовый расход [кг/с]	Число Nu
320	85	320	82
346	91	346	84
377	95	377	85
422	98	422	89
465	98	465	92

На рис 5 графически отображены величины числа Рейнольдса и коэффициента теплопередачи.

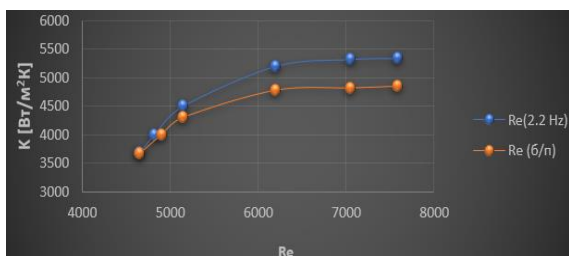


Рис. 5

## ВЫВОДЫ

На основании графиков можно наблюдать, что, несмотря на увеличение частоты колебаний, скорость теплоносителя, которая при импульсном режиме тем больше, чем меньше длительность открытого положения клапана генератора импульсов, оказывает существенное влияние на интенсификацию теплообмена. График изменения расхода в каналах теплообменника демонстрирует, что при достижении частоты 1,4 Гц увеличение коэффициента теплопередачи происходит плавно. Во время работы генератора пульсаций значительно изменяется число Рейнольдса, что в свою очередь оказывает влияние на изменение коэффициента теплопередачи. При анализе полученных значений (табл. 4) видно, что интенсификация теплообмена при частоте 2,2 Гц значительно увеличивается при  $Re=4500...6200$ , а далее с усилением турбулизации [7], [9] потока остается практиче-

ски неизменной. При сравнении двух режимов потока охлаждающих жидкостей с наложением пульсации и без видно, что пульсация потока действительно увеличивает коэффициент теплопередачи в ребристых каналах [5], [6] теплообменника. Однако при достижении частоты 1,8 Гц происходит плавное снижение коэффициента теплопередачи, в первую очередь, это обусловлено снижением расхода охлаждающей жидкости через теплообменник. Наложение пульсаций с частотой 1,4...1,8 Гц является наиболее эффективным методом интенсификации теплообмена.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абзалова Д.А., Абишенов Х.А., Мырзалиев Д.С., Молдагалиев А.Б., Жылкыбаева С.К., Альмуханов М.А., Жолбарыс Н.Н. Новые антикоррозионные защитные покрытия на основе промышленных отходов производства регионов Казахстана для защиты оборудования текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №4. С. 28...33.
2. Кудашев С.Ф. и др. Интенсификация теплопередачи в пластинчатом теплообменнике за счет пульсации потока теплоносителя // Современные наукоемкие технологии. – 2019, №. 10-2. С.262...267.
3. Zohir A.E., Aziz A.A.A., Habib M.A. Heat transfer characteristics and pressure drop of the concentric tube equipped with coiled wires for pulsating turbulent flow // Experimental Thermal and Fluid Science. – V. 65, 2015. P.41...51. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2015.03.003>
4. Долгов А.А. Исследование эффективности ультразвукового метода снижения скорости образования накипи в паяных пластинчатых теплообменниках // ББК 31.38+ 38 Н 72. – 2010. С. 121.

5. Li J., Dang C., Hihara E. Heat transfer enhancement in a parallel, finless heat exchanger using a longitudinal vortex generator, Part B: Experimental investigation on the performance of finless and fin-tube heat exchangers // International journal of heat and mass transfer. – V. 128, 2019. P. 66...75.

6. Imran M., Pambudi N.A., Farooq M. Thermal and hydraulic optimization of plate heat exchanger using multi objective genetic algorithm // Case studies in thermal engineering. – V. 10, 2017. P. 570...578.

7. Huang X.J., Li Y.R., Zhang L., Hu Y.P. Turbulent rayleigh-bénard convection in a cubical container filled with cold water near its maximum density// International journal of heat and mass transfer. – V. 127, 2018. P. 21...31.

8. Вдовин А.В., Голянин А.А. Обзор методов интенсификации теплообмена // ББК 3 П27. – 2020. С.25.

9. Кудашев С.Ф. и др. Интенсификация теплопередачи в пластинчатом теплообменнике за счет пульсации потока теплоносителя // Современные наукоемкие технологии. – 2019, № 10-2. С. 262...267.

10. Лобанов И.Е. Математическая модель интенсифицированного теплообмена при турбулентном течении в кольцевых каналах с турбулизаторами "Выступ-канавка" // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2017, №2. С.108...122.

#### REFERENCES

1. Abzalova D.A., Abshenov Kh.A., Myrzaliev D.S., Moldagaliev A.B., Zhylkybaeva S.K., Al'mukhanov M.A., Zholbarys N.N. Novye antikorrozionnye zashchitnye pokrytiya na osnove promyshlennykh otkhodov proizvodstva regionov Kazakhstana dlya zashchity oborudovaniya tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №4. S. 28...33.

2. Kudashev S.F. i dr. Intensifikatsiya teplopere-dachi v plastinchatom teploobmennike za schet pul'sa-

tsii potoka teplonositelya // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2019, №. 10-2. S.262...267.

3. Zohir A.E., Aziz A.A.A., Habib M.A. Heat transfer characteristics and pressure drop of the concentric tube equipped with coiled wires for pulsating turbulent flow // Experimental Thermal and Fluid Science. – V.65, 2015. P.41...51. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2015.03.003>

4. Dolgov A.A. Issledovanie effektivnosti ul'trazvukovogo metoda snizheniya skorosti obrazovaniya nakipi v payanykh plastinchatykh teploobmennikakh // ББК 31.38+ 38 N 72. – 2010. S. 121.

5. Li J., Dang C., Hihara E. Heat transfer enhancement in a parallel, finless heat exchanger using a longitudinal vortex generator, Part B: Experimental investigation on the performance of finless and fin-tube heat exchangers // International journal of heat and mass transfer. – V. 128, 2019. P. 66...75.

6. Imran M., Pambudi N.A., Farooq M. Thermal and hydraulic optimization of plate heat exchanger using multi objective genetic algorithm // Case studies in thermal engineering. – V. 10, 2017. P. 570...578.

7. Huang X.J., Li Y.R., Zhang L., Hu Y.P. Turbulent rayleigh-bénard convection in a cubical container filled with cold water near its maximum density// International journal of heat and mass transfer. – V. 127, 2018. P. 21...31.

8. Vdovin A.V., Golyanin A.A. Obzor metodov intensifikatsii teploobmena // ББК 3 П27. – 2020. С.25.

9. Kudashev S.F. i dr. Intensifikatsiya teplopere-dachi v plastinchatom teploobmennike za schet pul'satsii potoka teplonositelya // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2019, № 10-2. S. 262...267.

10. Lobanov I.E. Matematicheskaya model' intensifitsirovannogo teploobmena pri turbulentnom techenii v kol'tsevykh kanalakh s turbulizatorami "Vystup-kanavka" // Nauka. Mysl': elektronnyy periodicheskiy zhurnal. – 2017, №2. S.108...122.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума . Поступила 18.01.22.

**STUDY OF RIB BENDING  
AT INSTALLATION OF INSERTION INTO RIB**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГИБА КОЛОСНИКА  
В ПРОЦЕССЕ УСТАНОВКИ ВСТАВКИ В КОЛОСНИК**

*D.M. MUKHAMMADIEV, KH.A. AKHMEDOV, I.O. ERGASHEV,  
L.YU.ZHAMOLOVA, T.D. MUKHAMMADIEV*

*Д.М. МУХАММАДИЕВ, Х.А. АХМЕДОВ, И.О. ЭРГАШЕВ,  
Л.Ю. ЖАМОЛОВА, Т.Д. МУХАММАДИЕВ*

**(Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures named after M.T. Urazbaev  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan)**

**(Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева  
Академии наук Республики Узбекистан)**

E-mail: davlat\_mm@mail.ru

*The existing rib designs are made taking into account their one-time use, which leads to an increase in financial and resource costs and a low accuracy in the assembly and in the strength of the grate. In addition, the practice of using grates in cotton ginning plants has shown that ribs in grate grills are worn out from the touch of the saws due to their warping and errors in the assembly of the grate. The wear of the grate in the working area leads to an increase in the inter grate clearance in the contact area with the saw blade and to a failure of the ginning process. To eliminate the above disadvantages, a new steel grate structure with an insert (a replaceable element) as a curved sheet is proposed; its ends are made in the form of a trapezoid. The grates have a ledge for a rigid and secure attachment to the bar. On the surface of the bar, there are holes for connecting the bar with the grate, made in the form of a quadrangle. However, in the scientific literature on the topic, there is no information on the study of the bending of the grate during the installation of the insert into the grate. Calculation schemes and experimental setups are proposed to establish the value of the grate deflection during the installation of the insert into the grate (cantilever installation and the installation on two supports). The values of the permanent deformation on the grate after installing the insert are: when the form is a rectangle – 0.016 mm, a triangle – 0.05 mm, and when the insert has a circular form – 0.08 mm. Therefore, the rectangular shape of the ends of the insert is a rational one. Using the recommendations for installing the insert in the grate will significantly reduce production costs and increase the level of accuracy during assembly, as well as the strength of the grate.*

*Существующая конструкция колосников изготавливается с учетом их одноразового использования, что приводит к увеличению финансовых, ресурсных затрат и низкому уровню точности при сборке и прочности колосниковой решетки. Кроме того, практика использования колосниковых решеток на хлопкоочистительных заводах показала, что колосники в колосниковых решетках изнашиваются от касания пил вследствие их коробления и погрешности сборки колосниковой решетки. Износ колосников в рабочей зоне приводит к увеличению межколосникового зазора в зоне контакта с*

*пильным диском и нарушению процесса дженирования. Для устранения вышеуказанных недостатков предложена новая стальная конструкция колосника со вставкой (сменный элемент) как изогнутый лист, концы которого выполнены в виде трапеции. Для жесткого и надежного крепления на брусе колосники имеет выступ. На поверхности бруса отверстия для соединения бруса с колосником выполнены в виде четырехугольника. Однако в научной литературе отсутствуют сведения об исследованиях изгиба колосника в процессе установки вставки в колосник. Предложены расчетные схемы и экспериментальные установки для определения значения прогиба колосника в процессе установки (консольно и на двух опорах) вставки в колосник. Значения остаточной деформации на колоснике после установки вставки составляют: в форме прямоугольника – 0,016 мм, треугольника – 0,05 мм и в круглой форме – 0,08 мм. Поэтому рациональной формой краев вставки является прямоугольная. Использование рекомендаций по установке вставки в колосник позволит существенно сократить производственные затраты и будет способствовать повышенному уровню точности при сборке и прочности колосниковой решетки.*

**Keywords:** saw gin, rib, insert, design, insertion fixing force, insertion friction force, bending moment of the rib, tilt angle, insert displacement.

**Ключевые слова:** пильный джин, колосник, вставка, конструкция, сила закрепления вставки, сила трения вставки, изгибающий момент колосника, угол наклона, перемещения вставки.

The existing rib designs are made taking into account their one-time use, which leads to an increase in financial and resource costs and a low accuracy in the assembly and in the strength of the grate. In addition, the practice of using ribs in cotton ginning plants has shown that ribs in grate grills are worn out from the touch of the saws due to their warping and errors in the assembly of the grate. The wear of the rib in the working area leads to an increase in the inter rib clearance in the contact area with the saw blade and to a failure of the ginning process.

The disadvantage of the existing rib design is the manufacture of grates for their one-time use, which leads to an increase in financial costs and a low level of accuracy during assembly and the strength of the grate due to the fastening of the rib claws on the flat surface of the bar; this, in turn, affects productivity and quality indices of fiber and seeds during the operation of ribs.

To solve the above problems, R.G. Makhkamov, M. Agzamov, A.S. Ibragimov, A.A. Ismailov in their studies [1], [2] have conducted the choice of the basic parameters of the

surface hardening of the working zone of the gin and linter ribs made of steel 45. The hardening temperature at the surface is 960°C and at the boundary of the heated layer 850°C [1]. The comparative tests of ribs with a hardened working zone using the selected hardening parameters showed that their service life is two times longer [2].

Tyutin P.N. and Melamedov R.Yu. [3], proposed a method for processing the side surfaces and claws of gin ribs using the method of single bases. Tests of ribs made according to the new technology have shown that the use of these ribs contributes to a significant reduction in the upper working face in the grates.

In patent [4], it was proposed to manufacture ribs from a polymer; the design excludes the formation of rust and the influence of moisture. If the fiber burns, only the rib will fail, not the saw blade.

In [5], a new design of the rib was proposed, which makes it possible when the rib is worn out to change the insert and not the whole rib.

The study in [6] investigated the attachment of the rib to the bar and the connections

in the insert-screw-rib system. As a result, the minimum diameter and height of the screw crumple section of the insert-screw-rib system connection were established. The proposed design of the cantilever rib is characterized by the reaction force of the supports 3.5 times greater than that of the two-support rib.

The laws of change in the fastening force of the insert, the friction force, the efficiency of the joint, the angle of inclination and the relative strain of the rib, the allowance of the insert during manufacture were proposed in [7].

However, in the process of installing on the rib, the insert bends. In order to reduce the bending (deflection) of the rib, it is necessary to determine a rational scheme for the process of installing the insert on the rib, at which the minimum bending occurs. In order to determine a rational scheme for the process of installing the insert on the rib, the following types of ribs were considered:

- the rib is attached on one side - a console type (Fig. 1-a);
- the rib is fixed on both sides - a two-support scheme (Fig. 1-b).

The rib consists of a rectangle with the cross section  $h = 1.46b$ , loaded by forces  $F_1=200H$  and  $F_2= 200H$ , concentrated in the horizontal plane (Figs. 1a and 1b); the minimum dimensions of the right angle are  $b = 0.012$  m and  $h = 0.0175$  m, the normal stress for the rib is  $[\sigma] = 110$  MPa [8], [9].

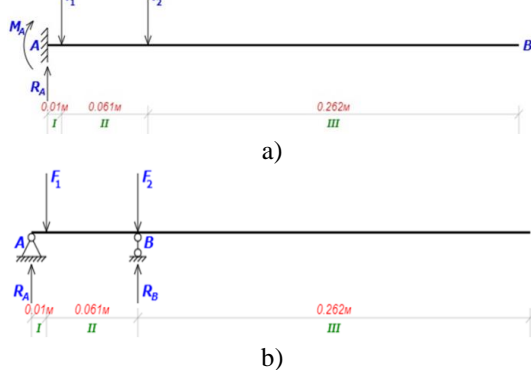


Fig. 1

As a result of calculations of the schemes for installing the insert on the rib, diagrams of transverse forces (Fig. 2), bending moment, bending angle and the bending were constructed (Fig. 3).

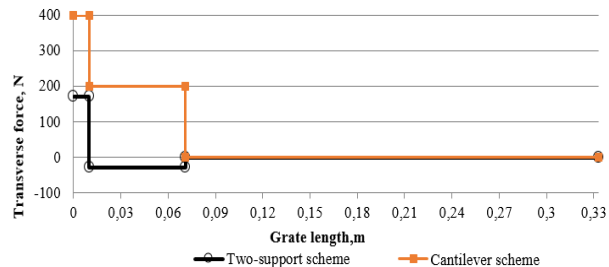


Fig. 2

To determine the rational scheme of the process of installing the insert on the rib, we calculate the bending of the rib for the cantilever and two-support schemes. In this case, the rib is divided into 3 sections (Fig. 1 – Scheme for calculating the installation of the insert on the rib: a – cantilever scheme, b – two-support schemes).

Analysis of the results of theoretical calculations (Figs. 2-3) of the process of installing the insert on the rib (of cantilever and two-support types) showed that the transverse force is 2.33 times less (from 400 to 171.83 N), the bending moment is 10.42 times less (from -16.2 to 1.7183 Nm), the angle of inclination is 23.93 times less (from  $0.0344^\circ$  to  $0.0015^\circ$ ) and the bending of the rib is 27.2 times less (from 0.018 to 0.007 mm) with the two-support scheme as compared with the cantilever scheme.

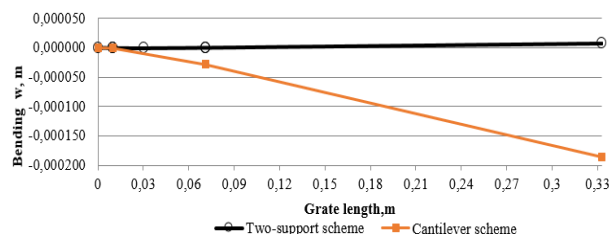


Fig. 3

*Experimental study of the bending of the rib during the installation of the insert.* According to Fig. 3, the bending of the rib is -0.18 mm when the cantilever is installed, and it is -0.007 mm on two supports. However, due to the fact that we can use micrometers with an accuracy of 0.01 mm [10], we will use a cantilever installation scheme for the experimental study of the bending of the rib. Therefore, to determine the experimental value of the bend-

ing of the rib, that is, the magnitude of deformation, a setup with four micrometers was built (Fig. 4 – scheme of the experimental setup to measure the bending of the rib when installing the insert: 1 – clamping force; 2 – insert; 3 – load measuring device; 4 – vernier caliper; 5 – rib cantilever; 6 – ICh-10 0.01 dial gauges).

The design of the insert is of rib importance when it is installed on the rib. Therefore, to study the effect of the insert end on the bending of the rib, the insert of the following forms were made: rectangular (Fig. 5-a), triangular (Fig. 5-b) and circular (Fig. 5-c) shapes.



a) rectangle



b) triangle



c) circular form

Fig. 5



Fig. 4

The results of an experimental study, that is, the bending of the rib depending on the

shape of the insert with a rectangular, triangular and circular section, are shown in Figs. 6...8.

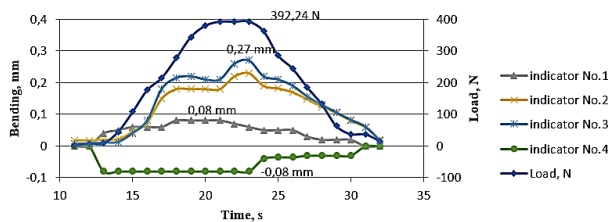


Fig. 6

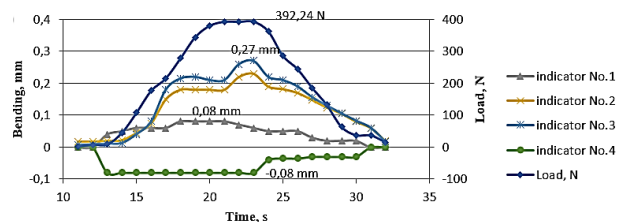


Fig. 7

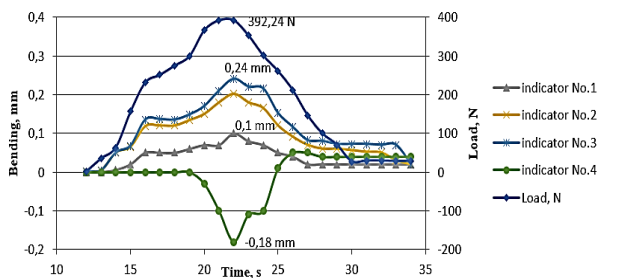


Fig. 8

Analysis of the results of the process of cantilever installation of the insert on the rib, obtained on the experimental setup (Fig. 4), showed that the bending of the cantilever of rectangular form under transverse force of 392.24 N is 0.27 mm, of triangular form - 0.25 mm, and of circular form - 0.24 mm. However,

the value of the bending of the rib in the perpendicular direction is 0.08 mm for a rectangle, 0.25 mm for a triangle, and 0.18 mm for a circle (Figs. 6...8).

In addition, it was determined that after installing the insert on the rib using a cantilever, the residual deformation on the rib was 0.016 mm for a rectangle, 0.05 mm for a triangle, and 0.08 mm for a circle (Figs. 6...8).

Thus, since the maximum bending of the rib in the vertical direction is 0.08 mm, and in the horizontal direction - 0.27 mm, after the insert is installed on the rib, the permanent deformation in the rib is 0.016 mm. It was found that the rational shape of the ends of the insert is rectangular.



## CONCLUSIONS

Theoretical calculations and experimental studies made it possible to determine the deflection of the rib during the installation of the insert (of cantilever and two-support types) into the rib. The values of the permanent deformation on the rib after installing the insert are: in the form of a rectangle - 0.016 mm, of a triangle - 0.05 mm, and of a circle - 0.08 mm. Therefore, the rational shape of the ends of the insert is rectangular.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Махкамов Р.Г., Агзамов М. Выбор параметров закладки джинных линтерных колосников // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 2. С. 101...104.
2. Исмаилов А.А., Махкамов Р.Г., Ибрагимов А.С., Агзамов М. Исследование износа различных типов колосников // Проблемы текстиля. – 2005, №3. С. 20...23.
3. Тютин П.Н., Меламедов Р.Ю. Взаимозаменяемость конструктивных элементов колосниковой решетки пильного джина // Хлопковая промышленность – 1971, №4. С. 25...29.
4. Daniel F. Albus, Russell B. Williams. Cotton gin rib. United States Patent. US005979018A (1999) URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/cd/67/b5/b92cac4af62191/US5979018.pdf> (дата обращения 14 мая 2020).
5. Мухаммадиев Д.М., Ахмедов Х.А., Ибрагимов Ф.Х. Исследования новой конструкции стального колосника пильного джина // Проблемы механики. Ташкент. – 2013, №3-4. С. 131...135.
6. Мухаммадиев Д.М., Ахмедов Х.А. Исследование крепления колосников к брусу и соединения вставка-винт-колосник // Проблемы механики. Ташкент. – 2014, №1. С.76...78.
7. Мухаммадиев Д.М., Ахмедов Х.А., Эргашев И.О., Жамолова Л.Ю., Мухаммадиев Т.Д. Силовой расчет соединений колосника пильного джина со вставкой // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 1. С. 137...143.
8. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 2001. Т.2.
9. Феодосьев В.И. Сопrotивление материалов. М., Наука, 1986.

10. ГОСТ 577–68. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия (<http://www.gostrf.com/normadata/1/4294847/4294847964.pdf>)

## REFERENCES

1. Makhkamov R.G., Agzamov M. Vybora parametrov zakalki dzhinnykh linternykh kolosnikov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2006, № 2. S. 101...104.
2. Ismailov A.A., Makhkamov R.G., Ibragimov A.S., Agzamov M. Issledovanie iznosa razlichnykh tipov kolosnikov // Problemy tekstilya. – 2005, №3. S.20...23.
3. Tyutin P.N., Melamedov R.Yu. Vzaimozamenyaemost' konstruktivnykh elementov kolosnikovoy reshetki pil'nogo dzhina // Khlopkovaya promyshlennost' – 1971, №4. S. 25...29.
4. Daniel F. Albus, Russell B. Williams. Cotton gin rib. United States Patent. US005979018A (1999) URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/cd/67/b5/b92cac4af62191/US5979018.pdf> (data obrashcheniya 14 maya 2020).
5. Mukhammadiev D.M., Akhmedov Kh.A., Ibragimov F.Kh. Issledovaniya novoy konstruktssii stal'nogo kolosnika pil'nogo dzhina // Problemy mekhaniki. Tashkent. – 2013, №3-4. S. 131...135.
6. Mukhammadiev D.M., Akhmedov Kh.A. Issledovanie krepleniya kolosnikov k brusu i soedineniya vstavka-vint-kolosnik // Problemy mekhaniki. Tashkent. – 2014, №1. S.76...78.
7. Mukhammadiev D.M., Akhmedov Kh.A., Ergashev I.O., Zhamolova L.Yu., Mukhammadiev T.D. Silovoy raschet soedineniy kolosnika pil'nogo dzhina so vstavkoy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 1. S. 137...143.
8. Anur'ev V.I. Spravochnik konstruktora-mashinostroitel'ya. – М.: Mashinostroenie, 2001. Т.2.
9. Feodos'ev V.I. Soprotivlenie materialov. М., Nauka, 1986.
10. GOST 577–68. Indikatory chasovogo tipa s tsenoy deleniya 0,01 mm. Tekhnicheskie usloviya (<http://www.gostrf.com/normadata/1/4294847/4294847964.pdf>)

Рекомендована семинаром "Теории механизмов и машин". Поступила 10.01.22.

**СНИЖЕНИЕ ИЗНОСА КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА  
ТКАЦКОГО СТАНКА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ  
СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНОРАЗМЕРНОЙ ПРИСАДКОЙ**

**REDUCING THE WEAR OF THE WEAVING MACHINE  
CAM MECHANISM THROUGH THE USE OF LUBRICANTS  
WITH NANOSCALE ADDITIVES**

*А.С. ПАРФЕНОВ, А.А. ТУВИН*

*A.S. PARFENOV, A.A. TUVIN*

*(Ивановский государственный политехнический университет)*

*(Ivanovo State Polytechnical University)*

*E-mail: alsparf@gmail.com*

*В работе приводятся результаты исследования по снижению износа пар трения ткацких станков, работающих в условиях абразивного загрязнения при использовании присадки для смазочных материалов в виде углеродных нанотрубок "Таунит". Одними из наиболее ответственных узлов трения ткацких станков являются кулачковые механизмы. В результате лабораторных испытаний при помощи двух методов, имитирующих материалы пар трения и возникающие нагрузки в батанном механизме ткацкого станка, установлено, что модификация базовых смазочных материалов, рекомендованных производителем, углеродными нанотрубками приводит к уменьшению величины износа контактных поверхностей от 15 до 30%, в зависимости от режима трения. В ходе производственных испытаний установлено: введение в смазочный материал батанной коробки ткацкого станка присадки в виде 2,0 мас. % углеродных нанотрубок снижает величину износа контактных поверхностей на 27...32%, что доказано оптическими методами исследования поверхностей трения. Эффективность углеродных нанотрубок при модификации смазочных материалов, загрязненных абразивными частицами, заключается в их экранирующем действии на поверхности трения, это приводит к снижению режущего действия абразивных частиц.*

*The paper presents the results of research on wear reduction of friction pairs working in conditions of abrasive contamination with the use of an additive for lubricants in the form of carbon nanotubes "Taunit". One of the most critical friction units of weaving machines are cam mechanisms. As a result of laboratory tests using two methods imitating friction pair materials and occurring loads in the loom, it was found that modification of basic lubricants recommended by the loom manufacturer with carbon nanotubes leads to a 15 to 30% reduction in the wear rate of contact surfaces, depending on the friction mode. During industrial tests, it was found that introduction of an additive in the form of 2.0 wt. % carbon nanotubes into the lubricant of the weaving machine's batan box reduces the wear of contact surfaces by 27...32%, which was proved by optical methods of friction surfaces examination. The effectiveness of carbon nanotubes in modifying lubricants contaminated with abrasive particles is their shielding effect on friction surfaces, which results in reducing the cutting effect of abrasive particles.*

**Ключевые слова:** трение, смазка, износ, присадка, углеродные нанотрубки, кулачковый механизм, ткацкий станок.

**Keywords:** friction, lubrication, wear, additive, carbon nanotubes, cam mechanism, weaving machine.

Процесс тканеобразования на ткацком станке требует согласованных действий зоообразовательного, боевого и батанного механизмов. Одними из высоконагруженных узлов трения, подверженных износу, являются кулачковые механизмы батанной коробки. Изменение геометрии профиля кулачкового механизма вследствие износа приводит к возникновению ударного воздействия, разрушающего контактирующие поверхности кулачка и толкателя. Во многом износостойкость трибосопряжения зависит от величины контактных напряжений.

Кулачковый вал батанной коробки ткацкого станка СТБ является объектом, имеющим сложную конфигурацию. При изготовлении кулачкового механизма батанной коробки точность диаметральных размеров цилиндрических поверхностей определяется допуском 6 качества, радиальное биение общей оси должно быть в пределах 0,02 мм, шероховатость поверхностей Ra 0,63 мкм. Заготовкой кулачкового вала служит поковка из хромоникелевой стали 40ХН (ГОСТ 4543–71). Длительное воздействие абразивными частицами-загрязнителями или вторичными абразивными частицами, представляющими собой твердые оксиды, образовавшиеся при разрушении поверхностей трения, может приводить к изменению геометрии кулачка, тем самым снижая надежность оборудования и внося негативные воздействия в режимы работы ткацкого станка [1], [2].

Исследованию поведения частиц абразива, попавших в смазочный материал, посвящено много работ, в которых рассматриваются модели абразивного изнашивания как в условиях жидкотекучего и пластичного смазочных материалов, так и без смазки. К основным параметрам, влияющим на интенсивность абразивного изнашивания, можно отнести: твердость и модуль упругости поверхностей деталей тре-

ния, твердость и модуль упругости частиц абразива, режущую способность (форму, размер) частиц абразива, величину зазора между поверхностями трения [3...5].

Применение присадок на основе углеродных наночастиц (в виде аллотропных модификаций углерода: одностенных и многостенных углеродных нанотрубок, графена и оксида графена, шунгитовых наночастиц) вызывает в последние десятилетия повышенный интерес [6...8]. Многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ), представляющие собой аллотропную модификацию углерода, которая имеет цилиндрическую структуру с диаметром до десятков нанометров и длиной от 1 мкм до нескольких сантиметров, представляют интерес среди исследователей [9...12] благодаря способности улучшать трибологические характеристики смазочных материалов и образовывать на поверхностях трения пленку, снижающую износ деталей. Важной характеристикой, отличающей МУНТ от других углеродных наноматериалов, является их высокая жесткость [13].

В качестве смазочного материала (СМ) нами были использованы жидкие смазки и их рекомендуемые заменители из карты смазки станков ряда СТБ: индустриальные масла И-20А, И-40А (ГОСТ 20799–88), дистиллятное масло с противоизносной и антиокислительной присадками ВНИИ НП-406 (ТУ 38.101289–72). Дополнительно в качестве смазочного материала без присадок в исследование включено вазелиновое масло (ГОСТ 3164–78).

В качестве абразивного агента в СМ вводился абразивный материал - Электрокорунд 25А 0,063-0,125 (F180) (ГОСТ 28818–90).

В качестве присадки в масло вводились УНТ "Таунит" (производства ООО "НаноТехЦентр" г. Тамбов), представляющие собой нитевидные образования поликристаллического графита преимущественно ци-

цилиндрической формы с внутренним каналом.

Абразивное вещество и присадка УНТ вводились в СМ путем механического смешивания и последующего ультразвукового диспергирования.

Лабораторные трибологические испытания проводились на двух видах испытательных машин: машине трения СМЦ-2 (модернизация проведена на базе ООО "ТестСистемы" г. Иваново) по схеме трения ролик-ролик: диаметр роликов 50 мм, сталь 40Х (Ra 0,63 мкм, твердость 45 HRC), ширина контакта 10 мм (рис. 1-а); модернизированной универсальной машине трения МТУ-01 (ТУ 4271-001-29034600-2004). В качестве пары трения при испытаниях на износ использовались три шарика диаметром 12,7 мм из стали ШХ15, твердость 60-62 HRC (ГОСТ 3722-2014) и пластина из стали Р6М5 (Ra 1,25 мкм, твердость 65 HRC) (рис. 1-б), при испытаниях на определение коэффициента трения использовалась геометрия кольцо-плоскость. Материал кольца и плоскости – сталь 40Х (Ra 1,25 мкм, твердость 62 HRC). Частота вращения шпинделя поддерживалась постоянной во всех испытаниях и составляла 300 об/мин. Материалы пар трения и их шероховатость подобраны аналогично используемым при изготовлении кулачкового механизма батанной коробки ткацкого станка.

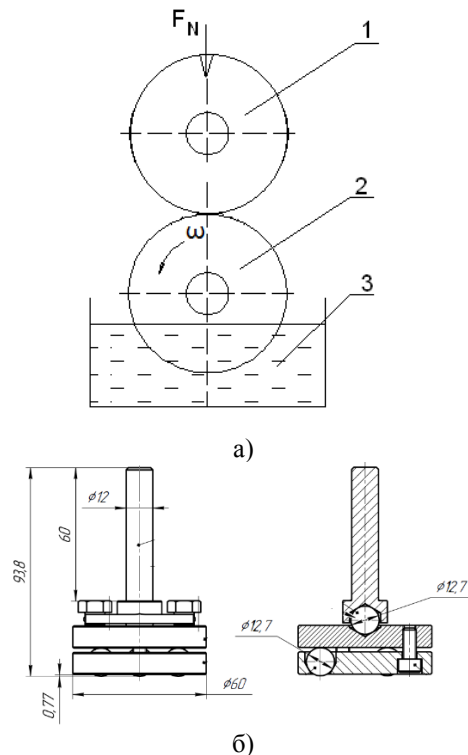


Рис. 1

При испытаниях на торцевой машине трения МТУ-01 в случае геометрии пары трения "кольцо-плоскость" можно отметить, что введение углеродных нанотрубок во все типы исследованных смазочных материалов в концентрациях 1...2 мас. % приводит к увеличению коэффициента трения, что связано с высокой жесткостью углеродных нанотрубок [7], [8].

Таблица 1

Смазочный материал	Углеродные нанотрубки, мас. %	Коэффициент трения при контактном давлении				
		0,245 МПа	0,5 МПа	0,735 МПа	0,98 МПа	1,22 МПа
Вазелиновое масло (ВМ) (ГОСТ 3164-78)	0	0,056	0,057	0,072	0,081	0,115
	1,0	0,060	0,062	0,075	0,087	0,125
	2,0	0,062	0,068	0,077	0,093	0,137
Индустриальное масло И20 (ГОСТ 20799-88)	0	0,043	0,049	0,056	0,062	0,073
	1,0	0,047	0,051	0,057	0,063	0,078
	2,0	0,049	0,056	0,063	0,072	0,081
Индустриальное масло И40 (ГОСТ 20799-88)	0	0,041	0,046	0,051	0,055	0,060
	1,0	0,044	0,048	0,052	0,057	0,063
	2,0	0,048	0,053	0,058	0,063	0,069
ВНИИ НП-406 (ТУ 38.101289-72)	0	0,037	0,039	0,042	0,049	0,053
	1,0	0,041	0,045	0,048	0,052	0,057
	2,0	0,043	0,048	0,052	0,055	0,061

В результате испытаний на машине трения МТУ-01 было выявлено, что введение углеродных наноструктур "Таунит" в качестве

присадки для смазочных материалов, применяемых в ткацких станках, имеет различную эффективность в зависимости от

геометрии испытаний, наличия в смазочном материале загрязнений (табл. 2 – испытания на машинах трения СМЦ-2 и МТУ-01, установление износа).

При введении УНТ в смазочные материалы без абразивных частиц отмечается снижение величины износа во всех типах смазочных материалов в случае испытаний на торцевой машине трения. В этом случае попадание углеродных нанотрубок в зону трения имеет большую вероятность в связи с

их седиментацией на дне масляного резервуара, где находится пластина. Следует отметить, что эффективность углеродной наноприсадки сильно зависит от состава смазочного материала. В случае модификации масла ВНИИ НП-406, уже содержащего ряд присадок, эффективность нанотрубок составляет не более 15%. В вазелиновом масле, исходно не обладающем высокими триботехническими характеристиками, эффект от УНТ достигает 38%.

Т а б л и ц а 2

Смазочный материал	УНТ, мас. %	Абразивные частицы (корунд), мас. %	Площадь пятна износа (МТУ-01), мм <sup>2</sup>	Изменение температуры системы в результате испытаний (МТУ-01), °С	Ширина канавки износа (СМЦ-2), мм
Вазелиновое масло (ВМ) (ГОСТ 3164-78)	0	0	1,590±0,023	16,02	0,76±0,06
	1,0	0	1,231±0,107	12,32	0,72±0,07
	2,0	0	1,157±0,103	12,56	0,71±0,07
	0	0,5	3,232±0,356	17,02	1,22±0,12
	1,0	0,5	2,831±0,213	18,32	0,97±0,11
	2,0	0,5	2,497±0,219	19,56	0,89±0,13
Индустр. масло И20 (ГОСТ 20799-88)	0	0	1,36±0,0180	14,56	0,68±0,08
	1,0	0	0,890±0,077	11,32	0,59±0,07
	2,0	0	0,951±0,087	11,45	0,57±0,08
	0	0,5	2,852±0,345	16,02	1,14±0,15
	1,0	0,5	2,153±0,237	17,21	0,92±0,10
	2,0	0,5	2,213±0,278	19,25	0,87±0,11
Индустр. масло И40 (ГОСТ 20799-88)	0	0	1,21±0,018	13,79	0,74±0,05
	1,0	0	0,69±0,0740	11,06	0,72±0,08
	2,0	0	0,901±0,082	11,34	0,71±0,09
	0	0,5	2,770±0,313	15,08	1,12±0,16
	1,0	0,5	2,252±0,218	15,61	0,94±0,12
	2,0	0,5	2,413±0,216	18,06	0,88±0,11
ВНИИ НП-406 (ТУ 38.101289-72)	0	0	1,010±0,021	10,02	0,65±0,05
	1,0	0	0,870±0,064	11,03	0,62±0,05
	2,0	0	0,854±0,075	11,56	0,60±0,05
	0	0,5	2,152±0,278	14,78	1,09±0,13
	1,0	0,5	2,007±0,218	15,23	0,94±0,10
	2,0	0,5	1,887±0,242	16,32	0,91±0,11

При испытаниях по схеме ролик-ролик на СМЦ-2 наблюдается иное влияние углеродной наноприсадки. В случае применения смазочного материала без загрязнений попадание углеродных нанотрубок в зону трения затруднено в связи с их нахождением в масляной ванне. При этом наблюдается снижение их эффективности во всех смазочных материалах: снижение величины износа не превышает 10%.

Введение в смазочные материалы абразивных частиц приводит к резкому возрастанию величины износа в 2,0...2,1 раза в

случае испытаний на торцевой машине трения МТУ-01 и в 1,3...1,5 раза при испытаниях по схеме ролик-ролик на машине трения СМЦ-2. В случае применения композиций с абразивными частицами и углеродными нанотрубками на поверхностях трения практически не наблюдается следов углерода и УНТ. В этом случае можно рассматривать взаимодействие углеродных нанотрубок непосредственно с частицами абразива. Абразивный износ может снижаться по причине "экранирующего" эффекта наночастиц, которые, вступая в кон-

такт с корундом, снижают режущее воздействие частиц.

Это подтверждается в обоих типах испытаний. Наибольший эффект в случае торцевой машины трения наблюдается в смазочных материалах, не модифицированных дополнительными присадками (вазелиновое масло, И20, И40), величина износа снижается до 30%. При этом эффект в масле ВНИИ НП-406 достигает 15%.

Следует отметить температурную зависимость при использовании модифицированных смазочных материалов. При введении углеродных нанотрубок изменение температуры системы в результате испытаний увеличивается, при этом величина износа снижается. Это может свидетельствовать о повышении теплопроводности смазочных композиций, модифицированных углеродными наночастицами, что ускоряет процесс отвода тепла из зоны трения.

На завершающем этапе были проведены производственные испытания разработанной смазочной композиции, состоящей из индустриального масла И40А и наноразмерной добавки в виде 2,0 мас. % "Таунит". Модифицированный смазочный материал был залит в коробку батанного механизма ткацкого станка СТБ 2-180. Длительность испытаний составила 3 месяца. По результатам испытаний путем исследования пар трения при помощи микроскопов МПБ-2 и DTX 700 установлено снижение приращенной величины канавки износа по сравнению с контрольным станком на 27...32%.

## ВЫВОДЫ

В результате лабораторных и производственных испытаний установлено снижение износа пар трения при использовании модифицированных углеродными нанотрубками смазочных материалов. В случае отсутствия в жидких СМ абразивных загрязнений происходит снижение величины износа поверхностей трения до 10%.

Дополнительное введение абразивного загрязнителя увеличивает эффективность присадки. Углеродные нанотрубки оказывают экранирующее действие и снижают режущее действие абразивных частиц, электро-

статически взаимодействуя с ними. "Таунит", обладая достаточно большой жесткостью и малыми размерами, закрепляясь на частицах абразива, демпфирует удар абразивной частицы о поверхность трения, переходя при этом непосредственно на саму поверхность. Лабораторные испытания загрязненных смазочных материалов с присадкой углеродных нанотрубок подтверждают данную гипотезу: эффективность снижения величины износа изменяется от 15% в случае модифицированных жидких смазочных материалов до 30% при применении индустриальных масел.

В результате производственных испытаний доказано, что использование углеродных нанотрубок как присадки для смазочного материала, применяемого в батанной коробке ткацкого станка, приводит к уменьшению величины износа пар трения до 30%. Таким образом, модификация углеродными наноструктурами смазочных материалов, рекомендованных к применению в батанных коробках кулачковых механизмов, оправдана в случае использования низколегированных минеральных масел и индустриальных масел, не модифицированных присадками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сизенов Л.К., Мизери А.А., Григорьев Е.В., Морозов К.И., Лохманов В.Н., Богуславский Л.А., Иванов И.С. Технология текстильного машиностроения. – М.: Машиностроение, 1988.
2. Mang T., Bobzin K., Bartels T. Industrial tribology: Tribosystems, friction, wear and surface engineering, lubrication. – JohnWiley&Sons, 2011
3. Андреенков Е.В., Росляков Г.В., Гусейнов Г.Г. Экспериментальное исследование износа деталей трения швейных машин // Дизайн и технологии. – 2009, № 13(55). С. 91...93.
4. Соколова Е.И., Розаренова Т.В., Пашковский И.Э. Технологические методы повышения надежности узлов трения машин и оборудования бытового обслуживания и коммунального хозяйства // Вестник Московского государственного университета сервиса. – 2007, № 3. С. 17..22.
5. Ramadan M.A. Friction and wear of sand-contaminated lubricated sliding // Friction. – 2018, № 4. P.457...463.
6. Salehiandastjerdi M., Esehaghbeygi A., Razavi J., Ghaziasgar H.S. Effect of calcite and silica content on tribological performance of engine oil lubricants // Tribol. Online. – 2019, № 1. P. 1...7.

7. Kim H.J., Kim D.E. Nano-scale friction: A review // *Int. J. Precis. Eng. Manuf.* – 2009, № 2. P. 141...151.

8. Lee K., Hwanh Y., Cheong S., Choi Y., Kwon L., Lee J., Kim S.H. Understanding the role of nanoparticles in nano-oil lubrication // *Tribol. Lett.* – 2009, № 2. P.127...131.

9. Zhang Z., Simionesie D., Schaschke C. Graphite and Hybrid Nanomaterials as Lubricant Additives // *Lubricants.* – 2014, № 2. P. 44...65.

10. Cursaru D.L., Ramadan I.K., Tanasescu C., Ripeanu R.G. Study of the tribological behavior of different carbonaceous nanomaterials such as antiwear additives for an environmentally friendly lubricant // *Dig. J. Nanomater. Biostructures.* – 2013, № 2. P. 805...815.

11. Khalil W., Mohamed A., Bayoyimi M., Osman T.A. Tribological properties of dispersed carbon nanotubes in lubricant // *Fullerenes Nanotub. Carbon Nanostructures.* – 2016, № 7. P. 479...485.

12. Shahnazar S., Bagheri S., Abd Hamid S.B. Enhancing lubricant properties by nanoparticle additives // *Int. J. Hydrogen Energy. Elsevier Ltd.* – 2016, № 4. P.3153...3170.

13. Shilov M.A., Smirnova A.I., Stolbov D.N., Usol'tseva N.V. Modelling of deformation processes of carbon nanotubes // *ZhidkieKrist. I Ikh Prakt. Ispol'zovanie.* – 2020, № 1. P. 85...91.

#### REFERENCES

1. Sizenov L.K., Mizeri A.A., Grigor'ev E.V., Morozov K.I., Lokhmanov V.N., Boguslavskiy L.A., Ivanov I.S. *Tekhnologiya tekstil'nogo mashinostroeniya.* – M.: Mashinostroenie, 1988.

2. Mang T., Bobzin K., Bartels T. *Industrial tribology: Tribosystems, friction, wear and surface engineering, lubrication.* – JohnWiley&Sons, 2011

3. Andreenkov E.V., Roslyakov G.V., Guseynov G.G. Eksperimental'noe issledovanie iznosa detaley treniya shveynykh mashin // *Dizayn i tekhnologii.* – 2009, № 13(55). S. 91...93.

4. Sokolova E.I., Rozarenova T.V., Pashkovskiy I.E. *Tekhnologicheskie metody povysheniya nadezhnosti uzlov treniya mashin i oborudovaniya bytovogo*

obslyuzhivaniya i kommunal'nogo khozyaystva // *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta servisa.* – 2007, № 3. S. 17..22.

5. Ramadan M.A. Friction and wear of sand-contaminated lubricated sliding // *Friction.* – 2018, № 4. P.457...463.

6. Salehiandastjerdi M., Esehaghbeygi A., Razavi J., Ghaziasgar H.S. Effect of calcite and silica content on tribological performance of engine oil lubricants // *Tribol. Online.* – 2019, № 1. P. 1...7.

7. Kim H.J., Kim D.E. Nano-scale friction: A review // *Int. J. Precis. Eng. Manuf.* – 2009, № 2. P.141...151.

8. Lee K., Hwanh Y., Cheong S., Choi Y., Kwon L., Lee J., Kim S.H. Understanding the role of nanoparticles in nano-oil lubrication // *Tribol. Lett.* – 2009, № 2. P.127...131.

9. Zhang Z., Simionesie D., Schaschke C. Graphite and Hybrid Nanomaterials as Lubricant Additives // *Lubricants.* – 2014, № 2. P. 44...65.

10. Cursaru D.L., Ramadan I.K., Tanasescu C., Ripeanu R.G. Study of the tribological behavior of different carbonaceous nanomaterials such as anti-wear additives for an environmentally friendly lubricant // *Dig. J. Nanomater. Biostructures.* – 2013, № 2. P. 805...815.

11. Khalil W., Mohamed A., Bayoyimi M., Osman T.A. Tribological properties of dispersed carbon nanotubes in lubricant // *Fullerenes Nanotub. Carbon Nanostructures.* – 2016, № 7. P. 479...485.

12. Shahnazar S., Bagheri S., Abd Hamid S.B. Enhancing lubricant properties by nanoparticle additives // *Int. J. Hydrogen Energy. Elsevier Ltd.* – 2016, № 4. P.3153...3170.

13. Shilov M.A., Smirnova A.I., Stolbov D.N., Usol'tseva N.V. Modelling of deformation processes of carbon nanotubes // *ZhidkieKrist. I Ikh Prakt. Ispol'zovanie.* – 2020, № 1. P. 85...91.

Рекомендована кафедрой мехатроники и радиоэлектроники. Поступила 27.01.22.

УДК 7.067

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_288

**ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ДРИС ВАН НОТЕНА  
В РАМКАХ ДИАЛОГА С ЛЕН ЛАЕМ КАК СПОСОБ КОНСТРУИРОВАНИЯ  
НОВОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ЭПОХУ МЕТАМОДЕРНИЗМА**

**ART EXPERIMENTS BY DRIES VAN NOTEN WITHIN THE FRAMEWORK  
OF A DIALOGUE WITH LEN LYE AS A METHOD OF CONSTRUCTING  
A NEW REALITY IN THE ERA OF METAMODERNISM**

*A.B. ЕРЕМЕНКО, С.В. СЫСОЕВ*

*A.V. EREMENKO, S.V. SYSOEV*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: FiestaST@mail.ru; sergeysysoev@mail.ru

*Диалоги художников вне времени и пространства становятся ключевой тенденцией современной эстетической парадигмы метамодернизма, предполагающей "...колебания между двумя противоположными понятиями и одновременность их использования"<sup>1</sup>. Ярким примером подобного диалога стала коллекция Модного дома "Dries Van Noten" сезона весна-лето 2020, в которой художник подхватывает и развивает идеи новозеландского художника – авангардиста Лен Лая, известного своими экспериментами в области кинематографа и кинетической скульптуры. В объективе данного исследования – громкое художественное высказывание Дрис Ван Нотена, философская концепция которого воплощена в артхаусном короткометражном фильме, преодолевшего традиционные рамки дефиле сезона весна-лето 2021. Для исследования диалога двух художников был переработан значительный по объему и информации источниковедческий материал, хранящийся как в кинематографических фондах, так и в международных библиотеках, а также монографические издания, каталоги коллекций Модного дома "Dries Van Noten", проходивших в рамках международных недель моды Лондона и*

<sup>1</sup> В 2015 году в своей статье «Метамодернизм: краткое введение» английский художник Люк Тёрнер утверждает, что приставка «мета-» происходит от термина Платона μεταξύ, обозначающего колебание между двумя противоположными понятиями и одновременность их использования. Возникновение новой концепции автор связывает с рядом кризисов и изменений с начала 1990-х годов (изменение климата, финансовые спады, рост числа вооруженных конфликтов), а также с провозглашением так называемого конца истории.



*Парижа. Также были проработаны материалы экспозиций тематических выставок Дрис Ван Нотена<sup>2</sup> и изучены фильмы художника Лен Лая<sup>3</sup>.*

*The dialogues between artists outside of time and space are becoming a key trend in the modern aesthetic paradigm of metamodernism, which presupposes “fluctuations between two opposing concepts and the simultaneous use of them”. A striking example of such a dialogue is the collection of the Fashion House "Dries Van Noten" for spring-summer 2021 in which the artist developing the ideas of the New Zealand avant-garde artist Len Lye. He is known for experiments in the field of cinema and kinetic sculpture. The objective of this study is a loud artistic statement by Dries Van Noten whose philosophical concept is embodied in the arthouse short film which overcame the traditional presentation of the spring-summer 2021 fashion show. This research revised a significant number of sources of information stored in cinematographic funds and in international libraries. Monographic publications, catalogs of the collections of the Fashion House “Dries Van Noten”, held within the international framework of London and Paris Fashion Week, the materials of the exhibitions by Dries Van Noten and the films of the artist Len Lye were also covered in the scientific article.*

**Ключевые слова:** Дрис Ван Нотен, Лен Лай, мода, искусство, артхаусное кино, дизайн, кинетическая скульптура.

**Keywords:** Dries Van Noten, Len Lye, fashion, art, design, avant garde film, kinetic sculpture.

Коллекция Модного дома “Dries Van Noten” сезона весна-лето 2021 (рис. 1) была представлена в нетрадиционном для модного дома формате артхаусного короткометражного фильма<sup>4</sup>, выстроенного на диалоге двух художников. Автора самой коллекции Дрис Ван Нотена (г.р.1958) – бельгийского дизайнера, чье яркое появление в мире искусства моды произошло в составе Антверпенской шестерки<sup>5</sup>, эстетика которой резко контрастировала с декоративно-прикладным направлением моды середины 1980-1990-х и известного новозе-

ландского художника-авангардиста, режиссера-экспериментатора Лен Лая (1901-1980).

Обращаясь к культурному наследию экспериментального киноискусства, чьим сердцем стало творчество новозеландского художника-авангардиста Лен Лая, известного прежде всего своими эмпирическими открытиями в фильмах и кинетической скульптуре, Дрис Ван Нотен вспоминает художественный метод художника, выстроенный на исследовании органических колебаний.

<sup>2</sup> Экспозиции представлены в Музее Института моды и технологии в Нью-Йорке (The Museum at FIT), Музее современного искусства в Лос-Анджелесе (The Museum of Contemporary Art), Музее моды в Антверпене (Mode Museum (MoMu)), Музее Института Киото (The Kyoto Costume Institute), Музее Виктории и Альберта в Лондоне (The Victoria and Albert Museum) Музее Бойланса Бенингера Роттердаме (Museum Boijmans Van Beuningen).

<sup>3</sup> В статье упоминаются фильмы реж. Лен Лая "Танец радуги" ("Rainbow Dance", 1936), "Торговля тату" ("Trade Tattoo" 1937), "Тусалава" ("Tusalava", 1939) "Свободные радикалы" ("Free radicals", 1958) "Цветная коробка" ("A Colour Box", 1935).

<sup>4</sup> Артхаусный короткометражный фильм, представленный для презентации коллекции Модного дома “Dries Van Noten” весна-лето 2020/2021 в сотрудничестве с голландской художницей Вивиан Сассен.

<sup>5</sup> “Антверпенская шестерка” (англ. Antwerp Six) – группа из шести бельгийских дизайнеров, сформировавшаяся в 1980-е годы. В ее состав входили выпускники Королевской академии изящных искусств Анн Демельмейстер, Дрис ван Нотен, Дирк Биккембергс, Вальтер ван Бейрендонк, Дирк ван Саен и Марина Йи.



Рис. 1

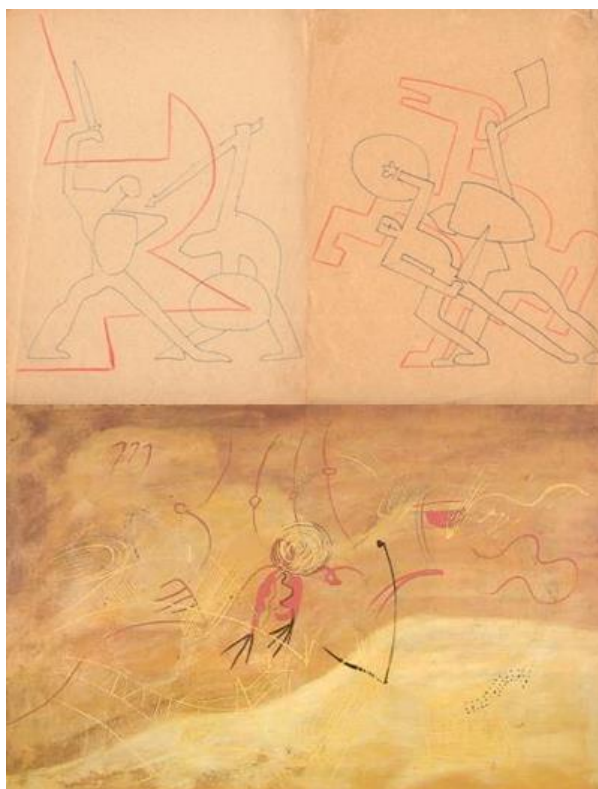


Рис. 2

Развивая тему "искусства движения", Лен Лай обращался к теории и произведениям советского режиссера Сергея Эйзенштейна (1898-1948), уделявшему особое внимание изображению действия с помощью линии и звука. Сохранившиеся до нашего времени дневники режиссера, в которых его мысли, чувства и наблюдения наскоро записаны нервной линией графической кардиограммой, наглядно иллюстрируют уникальный способ мышления режиссера: фиксацией его персональной

реальности становится графический рисунок. Подобный метод нашел отражение в продумывании и построении С. Эйзенштейном как пространства кадра, так и музыкального сопровождения картины. Этот творческий метод режиссера сохранен как серия быстрых набросков в его произведении "Мысли о музыке" (1938) (рис.2 – "Мысли о музыке", Сергей Эйзенштейн, 1938 г. в сравнении с работой "Зарисовка природного явления", Лен Лай, 1936 г.). А его высказывания о художественных процессах, например: "Линия – след движения. И, вероятно, через года я буду вспоминать это острое ощущение линии как динамического движения, линии как процесса, линии как пути" [1, с.34] являются дополнительным штрихом к данному художественному методу. Таким образом, концепция творческого пути Лен Лая коррелируется с принципами художественного метода режиссера Сергея Эйзенштейна.

Первые идеи творческой концепции Лен Лая рождались, когда, в глубоком детстве, он, стоя на вершине Веллингтонского холма, наблюдал за быстрым движением облаков, формулируя мысли о движении фигур, где под "фигурой" художник уже подразумевал "форму или очертания", обозначавшие процесс [2].

Таким образом, уже первый "чувственный" опыт художника стал попыткой проникнуть в суть органики, уловив взаимодействие форм, логику их развития и влияние на них светоцветовой и звуковой среды. Именно эти природные наблюдения

Лен Лая станут основой творчества художника-авангардиста, исследовавшего "тайну движения".

Возвращаясь к творческому диалогу Лен Лая и Дрис Ван Нотена, следует подчеркнуть тот факт, что они родились и начали свой творческий путь в атмосфере, изолированной от мира мейнстрима. Если родина Лен Лая – Новая Зеландия – место, географически оторванное от событий в мире искусства, то Дрис Ван Нотен родился и начал свой творческий путь в Антверпене в 1980-х, когда город еще не был поставлен на карту модной индустрии. Подобная географическая отдаленность и закрытость к мейнстриму позволила обоим художникам сохранить интеллектуальную независимость и воплотить свободу поиска в собственных работах, создавая искусство свободное, не подвергающееся внешнему воздействию, в котором главным мотивом

творчества становится сам исследовательский процесс создания художественного произведения.

В ранних работах художника-авангардиста уже проявляется интерес к процессу зарождения жизни с точки зрения органического развития: представляя эволюцию клеток, называемых "формой себя", Лен Лай фиксирует превращения в гуманоидную форму, воплощая свои наблюдения за зачатками органической жизни в фильме "Тусалава" ("Tusalava", реж. Л.Лай, 1939). Те самые облака, подсказавшие Лен Лаю идею кинетического искусства, запечатлены как волны в фильмах эпохи модернизма 1930-х годов – "Танец радуги" ("Rainbow Dance", реж. Л.Лай, 1936) и "Торговля тату" ("Trade Tattoo" реж. Л.Лай, 1937) (рис. 3 – кадры из фильмов Лен Лая, 1936-1958 гг.).

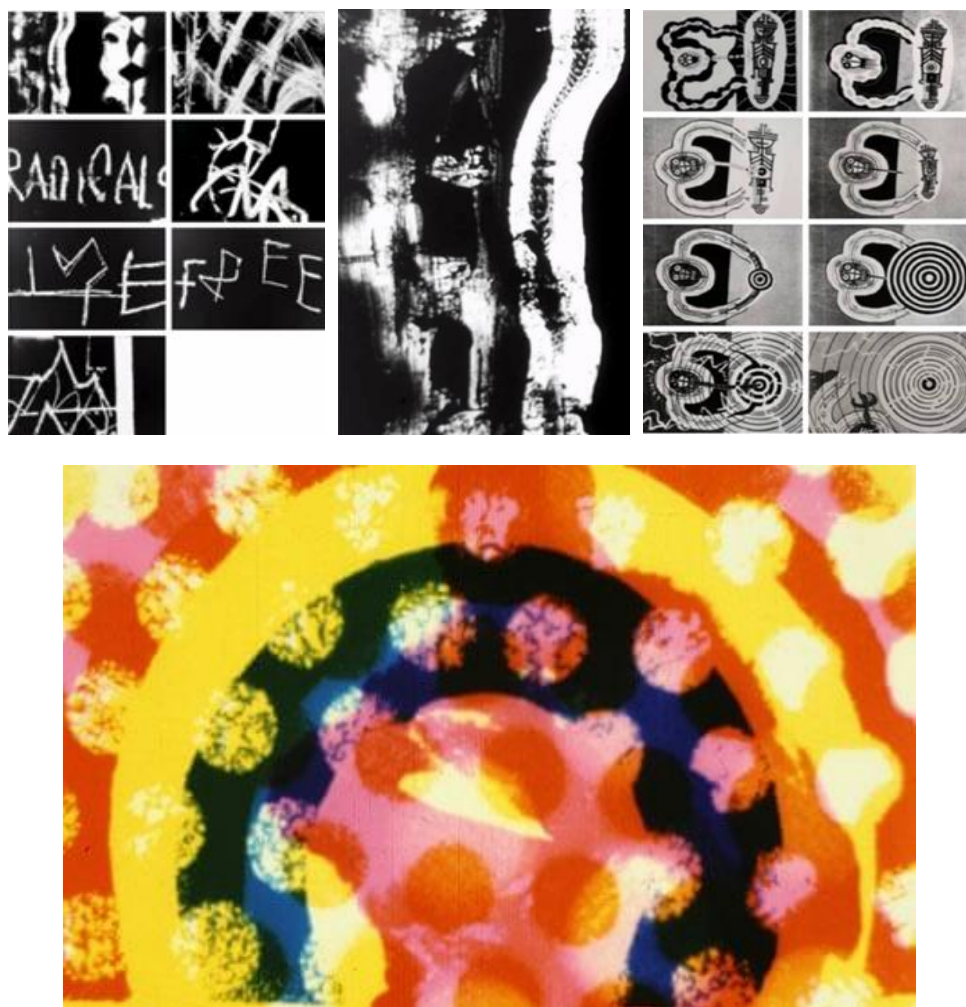


Рис. 3

Заинтригованный энергией волн, Лен Лай любил повторять своим ученикам: “Начинайте смотреть на вещи с точки зрения их колебаний” [3, с. 56]. Задействуя в своем творчестве все органы чувств – зрение, осязание, слух, а также память и интуицию – Лен Лай как бы продолжает “органическое” направление в искусстве, начатое русской авангардной школой Михаила Матюшина<sup>6</sup>.

Описывая базис органического искусства, Михаил Матюшин располагает в его основании особое состояние художника, действующего повышенной активностью духа, формирующего новый пространственный образ и “космическое видение”<sup>7</sup>.

Так, например, согласно теоретику органической школы Михаилу Матюшину, при условии глубокого погружения в природные формы, сам художник, раскрывая их законы, становится “сотворцом природы”, создавая новую реальность, в которой он творит сообразно ритмам, цветам и звукам окружающего мира. Именно подобное сос-

тояние художника и приводит к новому видению, дающему новое понимание окружающего мира [4].

Так, например, работая над коллекцией сезона весна-лето 2021, Дрис Ван Нотен продолжает исследовать концепцию “искусства движения”, заявленную Лен Лаем. Изучая не столько физическое, сколько эмоциональное воздействие движения на зрителя, Дрис Ван Нотен переносит этот психологический трюк на модели, будто бы вспоминая слова Роджера Хоррокса – биографа Лен Лая, автора издания “Искусство, которое движется – работа Лена Лая”: “Моя книга о важном художнике и большой идее, идее Лена Лая о том, что движение может стать основой для новых форм искусства. Дизайнер подчеркивает, что сам в конце концов пришел к тому, чтобы смотреть на то, как движутся вещи, в основном, чтобы попытаться почувствовать движение. Я хотел изобразить ощущение движения вне меня, чтобы увидеть, что я получил” [5].



Рис. 4

<sup>6</sup> В русском художественном авангарде в середине 1910-х годов возникло “органическое” направление, у истоков которого стояли поэт и художник Елена Гуро и музыкант, художник, теоретик и исследователь искусства Михаил Матюшин.

<sup>7</sup> В 1923 году на «Выставке картин петроградских художников всех направлений. 1918-1923» появилась декларация системы Матюшина под девизом «Зорвед» (что означает «зрение – ведание»).

Таким образом, главным элементом дискурса двух художников становится именно органическое мировоззрение, создающее удивительный синтез художника с природой, проникающий во внутренний характер органики, наблюдающий и созерцающий. Новый художественный опыт создает интуитивное произведение, позволяющее увидеть невидимое, чтобы понять, как реальность открывается изнутри.

Задействование всех органов чувств Лен Лая способствовало совершенно новому открытию органической системы в его авангардных фильмах: именно благодаря взгляду художника мы начинаем видеть то, что ранее казалось скрытым – при соединении полос пленки со звуковыми дорожками цвет становится настолько материален, что кажется, что он “синтезирует” в звук. Воплощенное в циклических узорах, движение – по Лен Лаю – основано на вибрациях и колебаниях, провоцирует зрителя на невольное напряжение мышц, отсылающее к желанию движения и танца (рис. 4 – кадры из фильма Лен Лая и коллекции весна-лето 2021 “Dries Van Noten”). Также именно лексика Дрис Ван Нотена, которая благодаря документальному фильму “Дрис Ван Нотен” (“Dries”, реж. Райнер Хольцмер, 2017), открывает нам особую чувственность его художественного метода: используемая им форма глаголов, чаще всего затрагивает эмоции, ощущения, чувства, спонтанность, случайность, наблюдение. Данный факт наталкивает нас на близость с художественным принципом работ Лен Лая, выстроенном на фиксации собственных ощущений. В интервью для модного журнала *Vogue* о своей коллекции весна-лето 2021 Дрис Ван Нотен подчеркивает, что ему нравится прямолинейность – создавать эмоции, как Лен Лай, с помощью краски на пленке. Так, по его мнению, художник и зритель может ощутить образы и танцевать в изображениях.

---

<sup>8</sup> Согласно теоретику метамодернизма Рэймонду Уильямсу «структура чувства» представляет собой эмоцию, восприятие, которое присуще каждому из нас, каждый его осознает, его суть можно проследить через искусство, обладающее способностью

Представленный Дрис Ван Нотеном в сотрудничестве с Вивиян Сассен для презентации коллекции короткометражный фильм транслирует колористические эксперименты, погружая моделей в непрерывное движение танца. Такая трансляция “искусства движения” превращает процесс в созерцание, визуальное исследование фактур тканей, погружение во внутренний завораживающий мир художника, выстроенный на тактильных чувствах.

Данная подача становится визуальной иллюстрацией современной эстетической парадигмы метамодернизма. Это настоящее время действия художника моды Дрис Ван Нотена, где важной составляющей его творчества становится визуальная эмпатия, вовлекающая зрителя в процесс авторской “структуры чувства”<sup>8</sup> [6].

Подобный интерес художника к органическим экспериментам читается и в его более ранних коллекциях. Так, например, в коллекции осень-зима 2014/15 Модного дома “Dries Van Noten” он обращается к полотнам Бриджит Райли (г.р. 1931) – британской оп-арт художницы. “Подобно тому, как Бриджит Райли создает динамические структуры на своих полотнах, Дрис ван Нотен также ориентирует свою коллекцию на иррационалистическое восприятие реального образа <...> который принимает форму средства коммуникации, сформированного на эмоциональном инстинкте, а не на мыслительной логике” [7, с.290]. “Я вижу природу не как пейзаж, а как динамизм визуальных сил”, – именно так говорила о своем художественном методе сама Б. Райли” (см. Приложение 1 рис.5 – Бриджит Луиза Райли, Тони Эванс, 1964/ Коллекция Dries Van Noten, Fall 2014) [8, с.146].

В коллекции весна-лето 2021 главным исследованием художника моды также становятся визуальные колебания с точки зрения линий оптических иллюзий. Только теперь техника рисования на пленке очень ор-

выражать совместный опыт, приобретаемый в определенном временном промежутке на определенном пространстве. Иными словами, эмпатия является одним из необходимой составляющей «структуры чувства».

ганично переведена в принты ткани. Кажется, что кинематографическая пленка Лен Лая приняла новую форму – форму вибрации самого образа. Все ткани для коллекции созданы с помощью ручной техники исполнения, что очень сближает всех вышеперечисленных художников, сумевших сохранить ценность ручной техники в искусстве, невзирая на те периоды, на которые пришлось время творчества художников – механизации, унификации, индустриального бума, инженерной реконструкции промышленности [9], [10].

Таким образом, подобно тому, как экспериментальное кино Лен Лая стало предпосылкой для расширения живописной эстетики авангардизма, коллекция Дрис Ван Нотена определила и утвердила его место в системе новейшей моды как художника-исследователя, в чьем художественном поле находится область погружения в органические модуляции. Этот феномен несколько выходит за рамки технических возможностей современного мира, превращая в главный аппарат исследования эмоциональную природу самого художника, способную с помощью собственной подсознательной чуткости изучать природу органических колебаний современного метамодернистического мира, и именно взаимно обогащающий друг друга эстетический интеллект двух художников позволил обогатить язык современного искусства, создав очень эмоциональное, яркое и смелое по своей силе художественное высказывание.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов И. А. Сергей Эйзенштейн. Портрет художника // Общ. ред., послеслов. и коммент. Н.И. Клеймана. — М.: Киноцентр, 1991. С. 128...131.
2. Horrocks R. Art that moves: the work of Len Lye // UK BetterWorldBooksUK. — 2015. P. 248...252.
3. P. Brobbel, W. Curnow R. Horrocks. The Long Dream of Waking: New Perspectives on Len Lye. — England, Canterbury University Press, 2017. P. 34...50.
4. Органика. Новая мера восприятия природы художниками русского авангарда 20 века: Каталог // Под ред. Авангард на Нева — СПб.: П.Р.П., 2001. С.264.
5. Susannah F. Dries Van Noten 1-50 — England, ACC-distribution titles. P. 20...106.

6. Ван Ден Аккер Р. Метамоде́рнизм // Историчность, Аффект и Глубина после постмодернизма. — М.: РИПОЛ классик, 2020. С. 342...360.

7. Кокурина П.С., Сысоева О.Ю. Искусство формального поиска как источник вдохновения для художников моды 2020-х. // Сб. научн. тр. по мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Современное общество и наука: опыт, проблемы и перспективы развития. — М.: 2020. С.183.

8. Сысоев С.В. Влияние эстетических принципов художников оп-арта Виктора Вазарели и Бриджит Райли на современное искусство создания одежды. — М.: Международный Научно-Исследовательский журнал, 2017. С. 283...292.

9. Гровье К. Искусство с 1989 года / Пер. с англ. под ред. Гавриковой О.В. — М.: Ад Маргинем Пресс, 2019. С. 350.

10. Ефимов А. В. Цвет + Форма. Искусство 20-21 веков // Живопись. Скульптура. Инсталляция. Лэнд-арт. Дигитал-арт — М.: БуксМАрт, 2014. С.616.

#### REFERENCES

1. Aksenov I. A. Sergey Eyzenshteyn. Portret khudozhnika // Obshch. red., posleslov. i komment. N.I. Kleymana. — M.: Kinotsentr, 1991. S. 128...131.
2. Horrocks R. Art that moves: the work of Len Lye // UK BetterWorldBooksUK. — 2015. P. 248...252.
3. P. Brobbel, W. Curnow R. Horrocks. The Long Dream of Waking: New Perspectives on Len Lye — England, Canterbury University Press, 2017. P. 34...50
4. Organika. Novaya mera vospriyatiya prirody khudozhnikami russkogo avangarda 20 veka: Katalog // Pod red. Avangard na Neve — SPb.: P.R.P., 2001. S.264.
5. Susannah F. Dries Van Noten 1-50 — England, ACC-distribution titles. P. 20...106.
6. Van Den Akker R. Metamodernizm // Istorichnost', Affekt i Glubina posle postmodernizma. — M.: RIPOL klassik, 2020. S. 342...360.
7. Kokurina P.S., Sysoeva O.Yu. Iskusstvo formal'nogo poiska kak istochnik vdokhnoveniya dlya khudozhnikov mody 2020-kh. // Sb. nauchn. tr. po mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Sovremennoe obshchestvo i nauka: opyt, problemy i perspektivy razvitiya. — M.: 2020. S.183.
8. Sysoev S.V. Vliyanie esteticheskikh printsipov khudozhnikov op-arta Viktora Vazareli i Bridzhit Raïli na sovremennoe iskusstvo sozdaniya odezhdy. — M.: Mezhdunarodnyĭ Nauchno-Issledovatel'skiĭ zhurnal, 2017. S. 283...292.
9. Grov'e K. Iskusstvo s 1989 goda / Per. s angl. pod red. Gavrikovoy O.V. — M.: Ad Marginem Press, 2019. S. 350.
10. Efimov A. V. Tsvet + Forma. Iskusstvo 20-21 vekov // Zhivopis'. Skul'ptura. Installyatsiya. Lend-art. Digital-art — M.: BuksMArt, 2014. S.616.

Рекомендована кафедрой дизайна костюма. Поступила 17.11.21.

**ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТАПИССЕРИИ  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
ИЗДЕЛИЙ ДИЗАЙНА ИНТЕРЬЕРА**

**INDUSTRIAL PRODUCTION OF TAPESTRY  
TO INCREASE THE COMPETITIVENESS  
OF INTERIOR DESIGN PRODUCTS**

*В.Д. УВАРОВ*

*V.D. UVAROV*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: artuwaroff@yandex.ru

*В статье подчеркивается обусловленность промышленного производства настенных ковров (по принятой международной терминологии – таписсерии) художественными идеями дизайна интерьера. Ссылаясь на результаты исследований, автор говорит о зависимости тематики декоративных мотивов от мировосприятия художников-таписсеров и модных тенденций в проектировании интерьеров. Статья демонстрирует широту живописно пластических поисков в области искусства ковра, обладающего огромным прикладным потенциалом. Предлагается новая классификация произведений таписсерии. Статья включает творческие подходы к комплексному оформлению интерьеров с использованием ковровых изделий и разработку рекомендаций для промышленности по стилистическому решению выпускаемых или планируемых к выпуску изделий на основе гармонизации требований с подходами и стилистическими тенденциями в области интерьеров. Основные положения статьи помогают понять, как таписсерия влияет на повышение статуса и имиджа ее обладателя.*

*The article emphasizes the conditionality of the industrial production of wall carpets (according to the accepted international terminology – tapestry) of interior design artistic ideas. Referring to the results of research, the author speaks about the dependence of the theme of decorative motifs on the worldview of tapestry artists and fashion trends in interior design. The article demonstrates the wide range of pictorial and plastic searches in the field of carpet art, which has a huge applied potential. The article includes creative approaches to complex interior design using carpet products and the development of recommendations for the industry on the stylistic solution of manufactured or planned products based on the harmonization of requirements with approaches and stylistic trends in the field of interiors. The main provisions of the article help to understand how tapestry affects the increase in the status and image of its owner.*

**Ключевые слова:** таписсерия, гобелен, шпалера, ковер, дизайн интерьера, художники-живописцы, таписсеры.

**Keywords:** tapestry, gobelin tapestry, arras, carpet, interior design, artists-painters, weaver.

Статья является продолжением общего цикла работ, посвященных искусству таписсерии.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в 21-м веке человек большую часть своего времени проводит в помещении. Процессы урбанизации практически полностью исключили возможность наслаждаться окружающей средой. Зачастую человек получает агрессивную среду (гомогенные и агрессивные видимые поля), которая не только не доставляет эстетического наслаждения, но и порождает социальные проблемы. Именно поэтому среди проблем экологии человека одна из самых актуальных – видеоэкология. В агрессивной и гомогенной среде не могут полноценно работать фундаментальные механизмы зрения, а также нарушается связь между сенсорным и двигательным аппаратами (изображения, полученные правым и левым глазами, трудно слить в единый зрительный образ.). Это напрямую вызывает ощущение дискомфорта. Возникает вопрос, чем мы можем помочь изменить ситуацию. Какими средствами мы можем смягчить технологизированный интерьер? Наше исследование показывает, что в деле решения этой проблемы большими возможностями обладает художественный текстиль и, прежде всего, таписсерия, обладающая повышенной экспрессией текстуры, красотой и достоинством материала. Термин "таписсерия" включает в себя как плоскостные, так и объемно-пространственные изделия, выполненные не только различными способами ковроткачества, но и вязанием, вышивкой, кружевоплетением, аппликацией, макраме, всевозможными авторскими техниками. Для обозначения художников, авторов таписсерий вводится понятие "таписсьер", что позволяет более точно охарактеризовать область профессиональной деятельности.

Автором выдвинута гипотеза, что внедрение объекта таписсерии в средовое пространство общественных и частных зданий обладает широкими пластическими возможностями для организации взаимосвязей различных элементов дизайна интерьеров и создания гармоничной визуальной среды.

Это значительно повышает конкурентоспособность изделий таписсерии, которые можно производить промышленным способом. Данная научная работа заполняет пробел в знаниях. *Предметом настоящего исследования* служит применение искусства таписсерии в предметно-пространственной среде интерьера. В качестве *цели исследования* выдвигается анализ принципов формирования современной таписсерии и ее классификация, стилистический анализ объектов пластики и их промышленное производство.

#### *Методы исследования*

Исследование предполагало комплексное использование таких методов, как литературно-аналитический метод, необходимый для уточнения отдельных фактов и обобщения информации из литературных источников, наблюдение и описательно-аналитический метод, нужные для структурного разбора визуальных материалов, метод классификации и обобщения.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

Основные результаты исследования заключаются в следующем.

Модные тенденции в декоре интерьера ознаменовали новую эру ковроткачества, которая пошла в ногу с основными движениями в изобразительном искусстве.

Проявление в производстве таписсерий таких стилей, как абстракционизм, поп-арт, абстрактный экспрессионизм и минимализм, привело к возрождению ткацкого искусства.

Главным объединяющим началом для картины и таписсерии является наличие изображения, причем не орнаментально-знакового, а сюжетно-тематического. Благодаря виртуозному мастерству, ткачи умеют с предельной точностью воспроизвести в плоскостном безворсовом ковре практически любое живописное изображение.

В результате исследования определено, что форма, функция и расположение таписсерии в интерьере находятся во взаимозависимости. Таписсерия может выполнять функции: - организации центра композиции всего интерьера; - акцентирования раз-



личных частей интерьера; - разделения пространства на зоны; - формирования определенной части композиционной структуры целого.

Результаты анализа подтверждаются тем, что в моду возвращается тенденция украшать дома таписсериями. Это вполне закономерное явление, имеющее под собой исторические и культурные основы. Во все века ковры были признаком достатка и хорошего вкуса. Оригинальные орнаменты, сложные исторические сюжеты, классические пейзажи могут в одно мгновение превратить дом во французский дворец, уютное швейцарское шале или современный лондонский пентхаус. Красивый, гармоничный интерьер офиса частных предпринимателей или государственного учреждения также является серьезным конкурентным преимуществом перед другими участниками рынка. Реализация дизайнерских услуг главным образом, как правило, выполняется в форме художественного проекта интерьера, поэтому крайне необходимо вводить в проект эскизы таписсерии, определять масштабные соотношения, цветовую гамму, тематику изображений. Нужно отметить, что украшение общественных пространств путем введения тканых полотен таписсерии существенно выигрывает в сравнении с другими видами творчества, такими как: фресковая живопись, которая из-за усадки здания может пойти трещинами или из-за несоблюдения условий эксплуатации может исказиться; станковая живопись, большие (негабаритные) живописные произведения тяжело транспортировать, так же возможно провисание холста. "Кочующие фрески", по образному определению Корбюзье, таписсерии стали желанным украшением современного архитектурного интерьера", пишет Н.Степанян [1]. Талантливый мастер создает условия для синергии конструкций из тканых материй с архитектурным интерьером, учитывая все особенности предметно-пространственной среды.

Из полученных результатов видно, что в 20-м веке с 20-х годов художественная роль таписсерии победила ее утилитарную функцию. По мере того, как наше жизнен-

ное пространство развивалось, менялся и интерьер. Со временем красивая ковровая композиция стала художественно определять пространство, так же как и живопись. Полученные результаты позволяют утверждать, что таписсерия претерпела революционные изменения с появлением движения "ар-деко". Новый стиль породил элегантные полотна, отражающие роскошную архитектуру ар-деко и дизайн интерьера, которые характеризуются геометрическими и цветочными мотивами. Это позволяет говорить о востребованности таписсерии, а также о возрождении интереса к многообразию приемов и техник классического ручного ткачества и развитию различных авторских техник создания таписсерии [5].

Многие известные художники этого периода внесли свой вклад в популяризацию текстильного ремесла: Хуан Миро, Ле Корбюзье, Жан Дюбюффе, Пабло Пикассо, Марк Шагал – это лишь некоторые из выдающихся личностей, которые принимали участие в формировании искусства таписсерии середины 20-го века. Современные таписсерии часто были сотканы в соответствии с картинами художников или по уникальным дизайнерским эскизам. Выпускались ограниченными тиражами или в единственном экземпляре и выставлялись в элитных домах, залах заседаний и в других значимых общественных пространствах.

Великолепным мастером-ткачом была Ивет Кукиль-Принц, она сотрудничала с лучшими художниками 20-го века, такими как Марк Шагал, Пабло Пикассо, Макс Эрнст, Роберто Матта, Пауль Клее, Фернан Леже, Василий Кандинский, Брассай, Александр Колдер, Ники де Сен-Фалль, и другие. Для Шагала Ивет соткала по его картинам десятки потрясающих таписсерий, таких как таписсерия "Пророк Иеремия". Ивет Кукиль-Принц говорила: "Я как дирижер, а Шагал – это музыка. Я настолько глубоко понимаю творчество Шагала, что меня самой не существует" [6]. Шагал также заявлял, что: "...без Вас таписсерий Шагала никогда бы не было". Это было великое сотрудничество, которое воплотилось в роскошные тканые полотна. Окрашивая нити во множество цветов и оттенков, Ивет Ку-

киль-Принц умело воплощала яркую выразительность оригинала. Найденный в эскизе художественный образ воссоздавался на картоне с учетом законов построения масштабной формы и визуального восприятия, а затем переносился в материал. Технология ткачества имеет широкий диапазон текстильных средств выражения. Начиная работу над ритмической организацией произведения, художница-ткач предвидела, какое воздействие будет оказывать на зрителя текстура текстильной поверхности и какое эстетическое наслаждение будет получать зритель от восприятия изысканных, благородных оттенков натуральной шерсти, ее мягкости и ворсистости [7].

В Париже Ле Корбюзье привнес "новый дух" (*esprit nouveau*) – дух эпохи – в искусство таписсерии. Знаменитый французский архитектор был также плодовитым художником-живописцем, который перевел многие свои картины и рисунки в таписсерии. Он разработал более тридцати таписсерий в стиле "кубизм Боготы" в 1950 г. [8]. Таписсерия Ле Корбюзье побила мировой рекорд, проданная на Лос-Анджелесском аукционе в 2012 г. за рекордные для этого вида искусства деньги. Ле Корбюзье полагал, что таписсерии – такие же произведения искусства, как картины, скульптуры или книги. Он квалифицировал их, как фрески современности.

Универсальный испанский художник Хуан Миро также оставил после себя исключительное по масштабу наследие таписсерий. В период с 1920 по 1930 гг. на ткацкой мануфактуре во Франции, работающей с 1662 г., в мастерских Обюссона воссоздали в объектах таписсерии многочисленные работы Х. Миро. Об удивительном союзе ткача и художника пишет Энн Кронин: "Миро даже научился технике изготовления таписсерий у мастера-ткача Джозепа Ройо, совместно они создали несколько выдающихся произведений, в том числе одно для "Центра международной торговли" в Нью-Йорке. Яркая абстрактная таписсерия выступала в вестибюле Южной башни с 1974 года, пока здание не было разрушено в 2001 году" [9].

Земляк Хуана Миро Пабло Пикассо также перевел многие свои картины в тканые полотна. Так, в период с 1958 по 1975 гг. Нельсон Рокфеллер заказал 18 таписсерий у знаменитого на весь мир Пикассо. Среди них была таписсерия "Герника", сотканная Жаклин де ла Баум Дюррбах в ее мастерской на юге Франции по мотивам знаменитой картины Пикассо 1937 года. Таписсерия была соткана за шесть месяцев. "Пикассо работал с Жаклин де ла Баум Дюррбах над подготовительными набросками, которые использовались для превращения картины в таписсерию. В процессе перевода изображения на картоны, "Герника" была разделена на 6 секций, которые затем использовались в качестве направляющих для ткачества таписсерии" [10]. Совместными усилиями Пикассо и Жаклин де ла Баум Дюррбах были созданы три таписсерии "Герника", одна из них украсила зал штаб-квартиры Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке.

В то же время знаменитая Эйлин Грей – французский архитектор и дизайнер ирландского происхождения, пионер стиля "модерн", автор культовых предметов мебели: ширмы "BrickScreen", столика "E-1027", кресла "Bibendum", иконы модернистской архитектуры дома "E-1027" в Рокбрюне производила "супрематические" таписсерии. Э. Грей опередила время и создала предметы, сочетающие модернистскую логику, простоту, комфорт и аристократический шик. Э.Грей, путешествуя по Северной Африке вместе со своей американской подругой Эвелин Вайлд, была очарована искусством местных ткачей, и они даже брали у них уроки мастерства. Затем дизайнер долго жила в Париже, где еще в 1909 г. открыла собственную студию, в которой производились абстрактные таписсерии по ее эскизам. Вилла "E1027" была первым архитектурным произведением Эйлин Грей, не имея профессионального образования она создала эталон модернизма. Э. Грей наделила архитектуру особенными качествами, которых не хватало другим модернистам. Она тесно сотрудничала со многими выдающимися деятелями современ-

ного движения, возможно строгие идеалы Ле Корбюзье повлияли на ее творчество. Э. Грей говорила: "...о создании жилища как живого организма, служащего атмосфере, необходимой для внутренней жизни. Бедность современной архитектуры, происходит из атрофии чувственности" [11]. Э. Грей, никогда не увлекавшаяся саморекламой, на некоторое время исчезла из виду пока в конце 1960-х гг. не началось новое открытие ее блистательных произведений.

В 1972 г. Эйлин Грей получила престижное звание "Королевский промышленный дизайнер", состоялись ее ретроспективные выставки в Великобритании, Австрии, США. В 1973 г. Арам Зеев, основатель и владелец крупной дизайнерской фирмы в Лондоне, обратился к ней с предложением производить в промышленности объекты ее творчества. А. Зеев убедил Э. Грей работать с ним на производстве, их сотрудничество продолжалось до конца ее жизни, в 1976 г. Работа велась в дружественной обстановке, Эйлин Грей лично контролировала все стадии подготовки к производству, внося необходимые коррективы. Многие уникальные предметы дизайна были буквально восстановлены по едва уцелевшим эскизам или чудом сохранившимся оригиналам. В это время произведения, созданные Эйлин Грей, имели большой успех и популярность. Эксперименты с дизайном таписсерий, которые Э. Грей начала еще в юности, принесли дизайн-студии Арама Зеева широкую славу, он даже получил авторские права на производство предметов дизайна, созданных Грей, которые продолжает выпускать по сей день. Серия таписсерий, разработанных Эйлин Грей в 1920-х и 1930-х гг. в духе модернизма, смотрится весьма актуально на современном рынке.

Неудивительно, что Франция сыграла ведущую роль в возрождении текстильного искусства. Эта страна имеет давнюю и богатую традицию ковроткачества, которая восходит к средневековью. Наследие нескольких знаменитых французских мануфактур включает невероятное число тканых шедевров, которые можно увидеть в музеях и на всемирно-значимых выставках. Мно-

гие художники, жившие и работавшие в Париже начала 20-го века, помогли революционизировать текстильное искусство. Они создавали свои собственные таписсерии, стирая грань между декоративным и изобразительным искусствами. Таписсерия в результате интеграционного взаимодействия с различными видами творчества ассимилировала изобразительные приемы и знаковые системы новейших авангардных течений [12].

Современная таписсерия обладает неисчерпаемыми пластическими возможностями. Этот вид творчества невозможно ограничить условными рамками. Таписсер теперь выступает не только как ткач, но и как архитектор, дизайнер, скульптор, живописец и даже как сценограф. Перед искусством таписсерии стоят самые актуальные проблемы современного творчества [13]. Проектирование, например, конференц-зала – это процесс, в котором основными ориентирами являются назначение и вместимость. Каждый проект по оснащению конференц-зала уникален. Предметно-пространственная среда конференц-зала должна быть: содержательно-насыщенной, полифункциональной, трансформируемой, вариативной и безопасной [14].

Из полученных результатов видно, что в 20-м веке для интерьеров залов заседаний были созданы прекрасные образцы монументально-декоративной таписсерии. В свою очередь они стали образцовым примером синтеза искусства таписсерии с предметно-пространственной средой конференц-зала. Результаты показали следующее: ключевые параметры, определяющие выбор таписсерии для жилого помещения – это материал, размер и изображение. Все должно быть в гармонии с окружающей обстановкой и личными предпочтениями владельцев. Сегодня купить таписсерию может позволить себе каждый человек, заинтересованный в создании уникального дома. Ковры, выполненные промышленным способом по эскизам профессиональных художников, станут украшением, предметом гордости и источником положительных эмоций.

Современные таписсерии во Франции, Польше, Венгрии, США и ряде других стран изготавливаются на ткацких станках, ничем, практически, не отличающихся от станков, которые использовались в 16-18 вв. При знакомстве с западноевропейской таписсерией поражает ее удивительная тонкость, виртуозная по своей сущности, причем не только в исполнении, но и в буквальном смысле. Сохраняя традиции фламандского и французского ковроткачества, таписсерии, сотканые в технике французского гобелена или по технологии, принятой на мануфактуре в Обюссоне, и по сей день делаются с очень высокой плотностью нитей по основе [15]. Многие современные художники обычно выполняют работы собственноручно. Современные российские художники-таписсеры: Наталья Мурадова, Андрей Мадекин, Виктор Уваров, Альбина Воронкова и другие, вносят значительный вклад в развитие искусства таписсерии. Конструктивные элементы масштабных таписсерий можно создавать и промышленным путем на текстильных предприятиях, оборудованных жаккардовыми ткацкими станками, что значительно ускорит и удешевит процесс производства.

Сложную и многообразную, мозаичную картину современного искусства многие искусствоведы только описывают, перечисляя факты, видя во всем лишь импровизацию и открытую систему. В данной работе в анализе сложного процесса художественного развития применяется методология системного плана, которая включает в себя классификацию и типологизацию. До этого существовали только упрощенные систематизации, которые работали по отношению к единичным произведениям, и оказывались несостоятельными по отношению к другим художественным явлениям. Обычно это были классификации по стилевым направлениям, функциональной роли, и по творчеству крупных мастеров. В данном случае разработана многоплановая классификация и типологизация таписсерии.

Одной из первых работ в историографии вопроса классификации видов искусств является фундаментальный трехтомный труд "История технических искусств".

Он написан в конце 19-го в. в Германии коллективом искусствоведов под руководством Б. Бухера [16].

Основным фактором дифференциации искусства по видам в этой работе выступает различие обрабатываемых или применяемых материалов, что является, несомненно, верным. Видами искусства считались художественная обработка дерева, художественное стекло, художественный текстиль.

В последующих работах искусствоведов такая классификация стала традиционной, и было принято класть в основу видовых членений мира прикладных искусств реально существующие различия в материалах и проводить данные членения по материально-техническим признакам, определяющим технологические условия производства. Так, автор "Практической эстетики" Г. Земпер [17] также классифицировал прикладное искусство, основываясь на различии используемых материалов, разделив их на четыре группы (гибкие, хорошо противостоящие разрыву, мягкие и пластичные, хорошо сохраняющие приданную им форму, эластичные, твердые, сопротивляющиеся обработке). Соответственно он выделил текстильное, керамическое, тектоническое (связанное с обработкой дерева) и стереотомическое (связанное с обработкой камня) искусства.

Классификация Г. Земпера была подвергнута критике со стороны М. Кагана, опубликовавшего труд "Морфология Искусства" [18], который считал, что Г. Земпер абсолютизировал роль материала. В свою очередь, М. Каган разделил архитектурное творчество на искусство орнаментации, прикладное искусство и искусство книги. Он классифицировал также промышленное искусство – дизайн, выделив такие области, как дизайн-архитектуру, художественное конструирование утвари, художественное конструирование обстановки интерьера. Как видно из названий, предложенных М. Каганом областей творческой деятельности, акцент в них делается на поиски самой формы, независимо от природы применяемых материалов.

Признавая всю ценность идей М. Кагана, мы, однако, будем основывать свою

классификацию именно на материале как на средстве художественного формообразования, и в случае таписсерии, что кажется наиболее оправданным, на материале текстиля.

Опираясь на опыт международной художественной практики по определению роли материала в искусстве, можно выделить использование конкретного материала в качестве морфологической категории рода искусства, а не его вида, как это делали Б. Бухер и М. Каган, и классифицировать искусство по родам художественной деятельности: текстиль, стекло, глина, фарфор, металл и т. п.

Не подлежит сомнению, что такая классификация выявляет существенные художественные особенности искусств, воплощающих свои произведения в определенных группах материалов. Такой принцип классификации, диктуемый технологическими условиями производства и самим характером материала, несмотря на попытки обвинения его в несостоятельности, выдержал испытание временем и широко распространен в мировой художественной практике многих стран. Во всем мире проводятся выставки художников, работающих с металлом, керамикой, текстилем. В высших и средних учебных заведениях искусств осуществляют подготовку специалистов по художественному стеклу, керамике, таписсерии.

Родовой признак по материалу позволяет рассматривать текстиль как продукт, получаемый из нитей путем различных переплетений, а художественный текстиль – как самоценные с эстетической точки зрения произведения, способные воздействовать на эмоции зрителя. Материалом может быть любое исходное сырье, из которого производятся нити. Самые традиционные материалы были животного (шерсть, натуральный шелк, конский волос и т.д.) или растительного (лен, конопля, хлопок) происхождения. К ним присоединились нити из природного сырья, асбеста, алюминия и стекловолокна, можно упомянуть и нити, обвитые золотом, применяемые в старину, и синтетические нити: нейлоновые шнуры, полихлорвиниловые трубки и т.д.

Само собой разумеется, то, что для одного художника уже является законченным произведением, для другого – только исходным материалом. Аппликативный элемент в трикотажном костюме, изготовленном из пряденых хлопковых нитей, может превратиться в увеличенную текстильную композицию. Или, наоборот, один ворох пакли в концептуальном искусстве может стать конечным результатом художественного процесса.

Внутри родов, представляющих собой крупные структурные подразделения, соответственно, проводится видовая дифференциация. Мы предлагаем проводить видовое членение художественного творчества по сферам деятельности, характеризующихся объектами или изделиями, которые в них изготавливаются. Предлагаемая модель структуры искусства позволяет охватить классификационным анализом все многообразие видов. В качестве примера приведем выявленные нами видовые модификации в художественном текстиле. Ими являются моделирование костюма, обуви, головных уборов, аксессуаров, орнаментация тканей, таписсерия.

Традиционными техниками создания текстильных изделий являются прядение, ткачество, ворсовая техника, вязание, вышивка, набивная печать, роспись, валяние войлока. Техники также имеют свои разновидности – ткачество может быть ручным, например, орнаментальное ткачество: браное или закладное и машинным: ремизным или жаккардовым. В большинстве своем выбор техники зависит от того, какие качества мы намереваемся получить, и для каких целей будет предназначаться данный материал.

Экспериментирующий художник не считает, что три важнейших параметра искусства текстиля: функция, техника и материал – раз и навсегда установлены и не могут подвергаться никаким изменениям. Наоборот, всевозможные мутации этих параметров, свободно взаимодействуя друг с другом, активно внедряются в жизнь, расширяя наш круг знаний о текстиле. В искусстве новой таписсерии заключается специфическое художественное содержание, пе-

редаче которого способствует правильный выбор материала в качестве носителя и средства образного языка.

Исследования, выявляющие качественный уровень технического исполнения, невозможно проводить с высокой степенью достоверности, не принимая во внимание специфических особенностей новой таписерии. Традиционные текстильные конструкции строились, главным образом, на двух понятиях: структура и текстура тканой материи, которые определялись порядком переплетений нитей основы и утка. Творческие эксперименты современной таписерии по привлечению новых материалов при использовании старинных техник и, наоборот, по использованию старых материалов при создании новых техник привели к возникновению небывалого многообразия модификаций данного вида искусства.

В силу этого значительный интерес стали представлять вопросы типологизации и классификации таписерии. Каждое произведение художественного текстиля обладает рядом различных признаков, которые соотносят предмет с каким-либо классом явлений. А класс – это множество предметов, выделяемое на основе одной или нескольких общих существенных характеристик.

Французский критик Андре Кензи, первым издавший монографию о "новой таписерии", предложил следующую классификацию. Он разделяет современную таписерию на три разновидности: настенная – висящая на стене; пространственная, которую можно обойти вокруг; таписерия-среда (инвайронмент), позволяющая не только обойти вокруг объемную форму, но и проникнуть внутрь ее [19].

Милдред Константин и Джек Ларсен, авторы американской монографии на эту же тему, развивают классификацию далее, предлагая разделить третью разновидность на три подвида: инвайронмент (environment), находящий применение в архитектурной практике; костюмную таписерию (tapestry wearable) и экспериментальный текстиль, носящие чисто исследовательский характер: "На протяжении 1960-х гг. инвайронмент вторгается в терминологию

и архитектуры, и экологии, становится интернациональным явлением. В то же время очень остро осознаются и возможности искусства в этом направлении. Хотя этой концепции в отдельных случаях придается разное смысловое значение, ее главная идея – усиление эмоционального воздействия искусства путем вовлечения зрителя внутрь самого произведения, а не только разглядывания его извне" [20].

В приведенных классификациях таписерия рассматривается только относительно своего расположения в пространстве, и совсем не затрагивается такая важная количественная, а в ряде случаев выступающая как качественная характеристика – размер. Именно в наше время художники, может быть, только в первый раз со времен создания знаменитого ковра королевы Матильды из Байо обратили внимание на роль размеров в текстиле. Если раньше таписерия служила защитой от холода и ветра, покрывая сверху донизу крупные архитектурные формы, то теперь, когда отпала эта функциональная необходимость, стали возможны иные ее параметры. "Специфика" техники ткачества помогла возникнуть, на первый взгляд кажущемуся несерьезным или даже смехотворным, миниатюрному текстилю. Текстильная миниатюра представляет собой особый вид эксперимента в художественном творчестве. Он активно развивается и служит транснациональным средством обмена творческими идеями – это своего рода международная художественная коммуникация. Высокая эффективность подобных контактов и обменов происходит не в последнюю очередь благодаря тому, что мини-текстиль легко упаковывается, пересылается и экспонируется.

Научная новизна нашей статьи заключается в том, что нами предложена новая классификация таписерии по размеру и расположению в пространстве, которая является результатом комплексного исследования. В ней указываются техники, которыми традиционно выполнялись плоскостные текстильные изделия, и обозначены авангардные произведения, выполненные в нетрадиционных авторских техниках и материалах. Важнейшим специфическим мо-

ментом является то, что впервые включена в структуру классификации текстильная миниатюра. Таписсерия делится на три области: настенная таписсерия, пространственная таписсерия и миниатюрная таписсерия. В миниатюрной таписсерии создаются плоскостные и объемные формы, используются классические или авторские техники, но по международным стандартам ее размеры не должны превышать 20x20x20 см. Настенная же и объемно-пространственная таписсерии делятся на подвиды. Настенная таписсерия подразделяется на плоскостную и рельефную. К плоскостной относятся безворсовые ковры – гобелены, килимы, паласы, ворсовые ковры, которые в зависимости от культурной традиции кладутся также и на пол, произведения арт-протиса, иглопробивные нетканые панно, а также изделия, созданные в технике вышивки, кружева и аппликации, к рельефной – ассамбляж, трикотаж рельефных переплетений, макроме, плиссировка и рельефное ткачество. Объемно-пространственная таписсерия представляет собой обладающий замкнутой конфигурацией объемный предмет и особым образом организованную художественную среду. К первому подвиду относятся текстильная пластика, инсталляции и концептуальные объекты, ко второму – инвайронмент, который может включать в себя перформанс, акции, хеппенинг и видео-арт (рис. 1). По-нашему мнению, благодаря новой классификации произведений таписсерии в дальнейшем можно анализировать процесс развития художественного текстиля для промышленного производства с более высокой степенью достоверности.



Рис. 1

Проанализировав результаты, можно сделать вывод о том, что гипотеза была доказана. Организация взаимосвязей различных элементов средового пространства интерьеров общественных зданий путем внедрения объекта таписсерии, произведенного промышленным способом, видится необходимой, так как он обладает широкими пластическими возможностями.

В результате исследования была выявлена взаимозависимость между формой, функцией и расположением таписсерии в интерьере. Было установлено, что таписсерия может выполнять функции: - организации центра композиции интерьера; - акцентирования различных частей интерьера; - разделения пространства на зоны; - формирования определенной части композиционной структуры целого. Чрезвычайно плодотворным является то, что конструктивные элементы масштабных таписсерий можно создавать и промышленным путем на текстильных предприятиях, оборудованных жаккардовыми ткацкими станками, что значительно ускорит и удешевит процесс производства.

Полученные результаты имеют огромное значение, потому что их можно плодотворно применить на практике в промышленном производстве. Продолжая исследование по данной теме, предстоит ответить на следующие вопросы. Как зависит конкурентоспособность таписсерии от художественного уровня композиционной организации и пластических решений? Почему требования к художественной форме и пластической культуре должны быть очень высоки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Уваров В.Д., Воякина А.С. Таписсерия в общественных интерьерах на примере российских мастеров // Вестник славянских культур. – 2019. Т. 54. С.331...340.
2. Уваров В. Д. Авторская таписсерия. – М.: Изд-во МГТУ имени А.Н. Косыгина, 2010.
3. Джеймс Артур. Артистизм Шагала будет раскрыт. – США. Вашингтон. Milwaukee Journal. 1973. С. 2.

4. *Эренбург И.* Люди, годы, жизнь. Не жалею о прожитом. Т.6. ЛитРес, 2020 URL: <https://books.google.ru/books?id=Bj9mDwAAQBAJ> (дата обращения: 15.05.20)

5. *Baal-Teshuva J.* Homages a die Meister webring Yvette Cauquil-Prince und Sammlung Jane Kahan // Tapisserien aus deem Atelier Pinton, Aubusson. – KunstHaus Wien. – 2000. P.154.

6. *Cronin Anne.* Consuming the Entrepreneurial City: Image, Memory, Spectacle. – USA: Routledge. 2008. P. 151.

7. *Wells K.L.H.* Weaving Modernism: Postwar tap-estry between Paris and New York. Art. - New York. Yale University Press. 2019. P.204.

8. *Мальтер-Барт Ш., Державская З.* Эйлин Грей: Дом под солнцем//Искусство. – США, Нью-Джерси. Ноброу. 2019. С.46.

9. *Уваров В. Д.* Творчество польских художников-типисьеров как часть славянской культуры // Вестник славянских культур. – 2018. Т. 50. С.266...273.

10. Arbetsmarknad Och Näringsliv. Statistical Yearbook of Stockholm - S.: 2006, section Labour Market and Manufacturing, P. 244.

11. *Jonathan Metzger, Amy Rader Olsson.* Sustainable Stockholm: Exploring Urban Sustainability in Europe's Greenest City. – Routledge, 2013. – S., Stockholm's plans and visions. P.12-7.

12. *Степанян Н.С.* Декоративно-прикладное искусство// Всеобщая история искусств. – М.: Искусство. Т. 6, 1965. С. 237.

#### REFERENCES

1. Uvarov V.D., Voyakina A.S. Tapisseriya v obshchestvennykh inter'erakh na primere rossiyskikh masterov // Vestnik slavyanskikh kul'tur. – 2019. T. 54. S.331...340.

2. Uvarov V. D. Avtorskaya tapisseriya. – М.: Izd-vo MGTU imeni A.N. Kosygina, 2010.

3. Dzheyms Artur. Artistizm Shagala budet raskryt. – SShA. Vashington. Milwaukee Journal. 1973. S. 2.

4. Erenburg I. Lyudi, gody, zhizn'. Ne zhaley u o prozhitom. T.6. LitRes, 2020 URL: <https://books.google.ru/books?id=Bj9mDwAAQBAJ> (data obrashcheniya: 15.05.20)

5. Baal-Teshuva J. Homages a die Meister webring Yvette Cauquil-Prince und Sammlung Jane Kahan // Tapisserien aus deem Atelier Pinton, Aubusson. – KunstHaus Wien. – 2000. P.154.

6. Cronin Anne. Consuming the Entrepreneurial City: Image, Memory, Spectacle. – USA: Routledge. 2008. P. 151.

7. Wells K.L.H. Weaving Modernism: Postwar tap-estry between Paris and New York. Art. - New York. Yale University Press. 2019. P.204.

8. Mal'ter-Bart Sh., Dzerzhavskaya Z. Eylin Grey: Dom pod solntsem//Iskusstvo. – SShA, N'yu-Dzhersi. Nobrou. 2019. S.46.

9. Uvarov V. D. Tvorchestvo pol'skikh khudozhnikov-tipiss'erov kak chast' slavyanskoy kul'tury // Vestnik slavyanskikh kul'tur. – 2018. T. 50. S.266...273.

10. Arbetsmarknad Och Näringsliv. Statistical Yearbook of Stockholm - S.: 2006, section Labour Market and Manufacturing, P. 244.

11. Jonathan Metzger, Amy Rader Olsson. Sustainable Stockholm: Exploring Urban Sustainability in Europe's Greenest City. – Routledge, 2013. – S., Stockholm's plans and visions. P.12-7.

12. Stepanyan N.S. Dekorativno-prikladnoe iskusstvo// Vseobshchaya istoriya iskusstv. – М.: Iskusstvo. Т. 6, 1965. S. 237.

Рекомендована кафедрой искусства костюма и моды. Поступила 17.11.21.



**АПСАЙКЛИНГ И РЕСАЙКЛИНГ КАК СПОСОБ РЕАЛИЗАЦИИ  
ДИЗАЙНЕРСКОЙ КОНЦЕПЦИИ  
В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОСТЮМА**

**UPCYKLING AND RECYCLING AS A WAY TO IMPLEMENT  
THE DESIGN CONCEPT  
IN THE ARTISTIC DESIGN OF THE COSTUME**

*М.И. АЛИБЕКОВА, В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ, Е.Г. АНДРЕЕВА, В.В. ГЕТМАНЦЕВА*  
*M.I. ALIBEKOVA, V.S. BELGORODSKY, E.G. ANDREEVA, V.V. GETMANTSEVA*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: mariyat-alibekova@yandex.ru

*Вопрос переработки отходов индустрии моды становится все более важным. Значительное количество изделий выходят из моды и остаются не востребованными, в то время как могут быть эффективно переработаны и стать актуальными для потребителей. В статье описаны способы апсайклинга и ресайклинга товаров индустрии моды, рассмотрены различные виды творческих источников для художественного проектирования одежды из материалов и изделий вторичного использования или переработки.*

*The issue of recycling waste from the fashion industry is becoming more and more important. A significant number of products go out of fashion and remain unclaimed, while they can be effectively recycled and become relevant to consumers. The article describes the methods of upcycling and recycling of goods in the fashion industry, considers various types of creative sources for the artistic design of clothing from materials and products of secondary use or recycling.*

**Ключевые слова:** апсайклинг, вторичная переработка материалов, ресайклинг, творческие источники проектирования.

**Keywords:** upcycling, material recycling, recycling, creative design sources.

Из 14 млн. тонн ткани, ежегодно выбрасываемых в России, более 93% пригодны для вторичной переработки. Одежду, изготовленную из бывших в употреблении изделий, переработанных в кардинально новые путем творческой трансформации, включая их деконструкцию и реинтеграцию отдельных элементов, называют upcycled clothing, а используемый метод переработки – соответственно "апсайклинг". В случае полной переработки ранее использованных материалов путем их измельче-

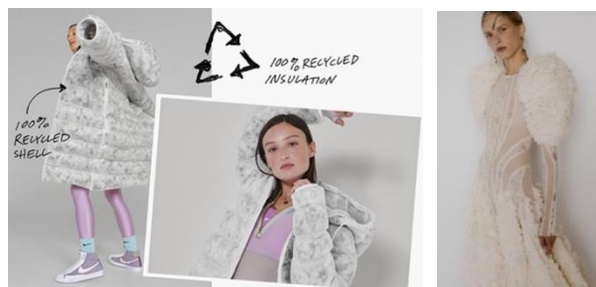
ния и последующего структурного преобразования полученные изделия именуют термином recycled clothing, а соответствующий метод – ресайклингом [1]. Апсайклинг помогает не только сдерживать пополнение мирового объема текстильной продукции, но и способствует творческому созданию оригинальных и уникальных изделий, бросаая вызов культурным кодам в отношении того, что можно считать как мусором, так и воплощением духа эпохи, как, например, винтажной одежды [2].

Концепция устойчивого развития мирового сообщества стала способом развития моды, не наносящей ущерба окружающей среде, и стимулирования потребителей покупать более экологичные изделия [3]. Для представителей молодого поколения Y концепция устойчивого развития оказывает существенное влияние на потребительские предпочтения и выступает эффективным инструментом продвижения относительно более экологичной продукции швейной промышленности [4]. В настоящее время стратегии "устойчивого развития" швейных компаний заключаются преимущественно в:

- 1) применении экологически чистых материалов из натуральных волокон, а также переработанных и биоразлагаемых полотен;
- 2) повторном использовании одежды путем ее редизайна [5].



а)



б)

в)

Рис. 1

На рис. 1 показаны источники текстиля для вторичной переработки: а) пластика PET в ткань; б) переработанный полиэстер; в) модели Alexander McQueen.

В качестве источников текстиля для вторичной переработки выступают прежде всего:

– *производственные отходы* материалов, образуемые в процессе их раскроя, или остатки основных и декоративных материалов, включая кружево и др., которые могут использоваться при создании новых коллекций в качестве аппликаций или применении техники пэчворк одежды или в виде остатков кружева и другой декоративной отделки, как, например, в коллекции Spring/Summer 2020 Alexander McQueen (рис. 1-в);

Важность вторичной переработки текстильных изделий очевидна в связи с растущим объемом производимой одежды, достигающим в мире более 80 млрд. предметов одежды, и преобразуемой ежегодно в десятки млн. тонн текстильных отходов, составляющих более 6% от общего количества бытовых отходов населения. Инновационные методы утилизации одежды имеют долгосрочное влияние на экологические последствия, поскольку процесс разложения некоторых материалов занимает много лет [6]. К преимуществам вторичной переработки текстиля для окружающей среды следует отнести сокращение площадей свалок, снижение производственных ресурсов, включая потребление энергии, воды, красителей и др., уменьшение загрязнений [7].

– *потребительские отходы*, возникающие после завершения срока полезного использования изделий, включая одежду, автомобильную обивку, предметы домашнего обихода, пластиковые бутылки и прочее (рис. 1-а). Различными компаниями, такими как Nike и Patagonia, поддерживаются корпоративные программы пожертвования одежды, бывшей в употреблении, для ее последующего редизайна или переработки (рис. 1-б).

В коллекциях различных модных домов, включая Christian Dior, Bode, применяется техника "пэчворк", заключающаяся в соединении лоскутов разных материалов в одно полотно (рис. 2-а). Можно отметить украинскую марку "Ksenia Schnaider", использующую бывшие в употреблении

джинсы, спортивные куртки и свитеры для создания коллекций (рис. 2-б). В рамках этой техники можно выполнять деконструкцию нескольких предметов одежды, и затем стачивать их элементы между собой

(рис. 2-в). Российские бренды Roma Uvarov и Kruzhok создают оригинальные модели, не используя новых тканей и фурнитуры (рис. 2-г).



Рис. 2

Проведенный анализ существующих способов апсайклинга изделий индустрии моды [8] позволил выявить экологические, художественные и эстетические преимуще-

ства одежды, изготавливаемой из материалов вторичной переработки (табл. 1 – способы апсайклинга изделий модной индустрии).

Таблица 1

Способы	Описание	Пример
Апсайкл денима	Соединение вещей из денима с другими, получая уникальные сочетания и новые текстуры	
Апсайкл трикотажа	Соединение трикотажных частей при помощи обметывания, перевязывания деталей между собой, создание текстур из трикотажных отходов	
Альтернативное окрашивание	Окрашивание вручную, малыми сериями при помощи разного рода красителей: от химических (в виде порошка) до натуральных (куркума, чай)	

Использование альтернативного сырья	Производство одежды, обуви, галантереи из материалов, созданных на растительной основе. Кожа, при которой не было убито ни одного животного, не отличается по качеству от оригинальной кожи		
Апсайкл обуви	Использование конструкции обуви в качестве основы для новой одежды (корсеты, сумки), создание обуви из сумок, старой одежды, подручных средств		
Добавление декоративных элементов	Продление жизни вещам при помощи притачивания оригинальных заплаток (кусков ткани, карманов и т.д.)		
Пэчворк	Техника шитья вещей из лоскутков ткани		
Соединение разных элементов гардероба в одно целое	Техника осуществляется стачиванием частей от разных вещей в одно изделие, является одной из простых и не требующих усилий техник		

Процесс творчества при моделировании новых форм костюма состоит в поиске красоты в линиях, материалах, цвета предметов окружающего мира и осмыслении первоначальных впечатлений для преобразования в оригинальные модели одежды. Выбор источника творчества опирается на анализ исследуемой темы и включает в себя ряд этапов [9]:

– визуальное исследование и зарисовка объекта, вдохновляющего дизайнера;

– выделение основных характеристик целостного образа проектируемого "аутфита", включая объемное решение формы, пропорциональные соотношения малых и крупных элементов, ритмическое повторение деталей, фактуру, цветовые сочетания и др.);

– определение базовых признаков проектируемого изделия, отличающихся образно-ассоциативной связью с творческим первоисточником.



Рис. 3

В рамках данного исследования создан "мудборд" – "стена вдохновения" (рис. 3-а), в основу которого легло серое колористическое решение (Ulyimate Grey), соответствующее модным тенденциям 2022 г. и символизирующее внутреннюю стабильность. Предложенная авторская коллекция

(рис. 3-б) отражает ряд альтернативных творческих идей для апсайклинга одежды, таких как: переработка пластиковых пакетов в новые изделия или аксессуары; использование упаковочных материалов для создания новых текстур; вторичное использование лоскута джинсовой ткани.

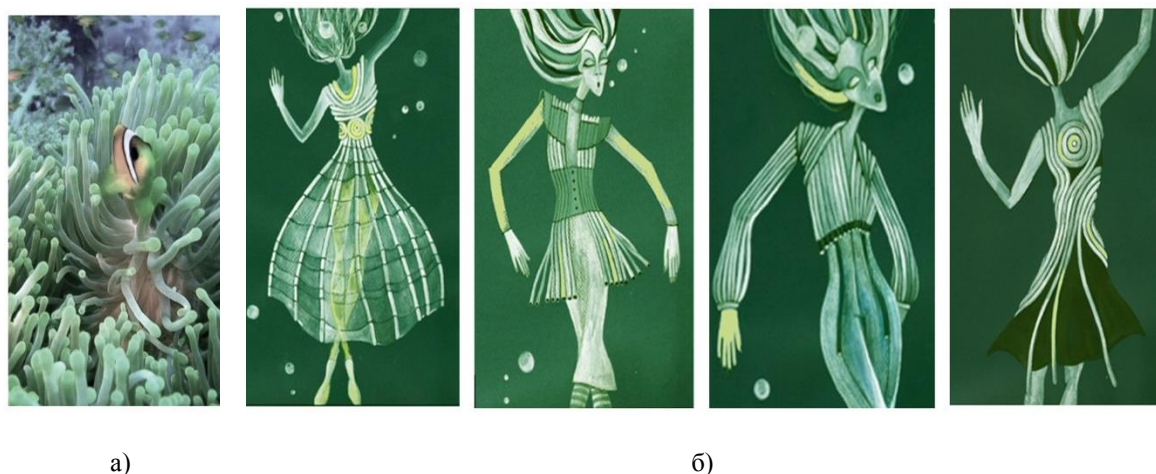


Рис. 4

Для создания оригинальных художественных решений изделий вторичной переработки рекомендуется использовать бионические творческие источники [10], особенно отражающие экологичные объекты природы, такие как морские водоросли (рис. 4-а), на основе которых можно изготавливать оригинальные модели одежды с использованием жгутов из переработанного материала различной структуры и толщины. Внимание к этому бионическому источнику вдохновения (рис. 4-а) привлекает конструкция крепления лепестков водорослей к их стеблю. Такая конструкция, реализуемая в одежде, может состоять из мо-

дильных и трансформируемых модулей (рис. 4-б), создаваемых из переработанного вторичного сырья и формируемых валянием в отдельные жгуты разного диаметра с последующим их соединением между собой. Преобладающим цветом в авторской коллекции выбран лаймовый, а в качестве перерабатываемых материалов рассматривали хлопок, шерсть, вискозу, полиамид, полиэстер и такие инновационные материалы, как неопрен, пластик, экомех. В основу разработки авторской коллекции положен ресайклинг, являющийся одним из способов повышения экологичности товаров индустрии моды.

## ВЫВОДЫ

Совершенствование технологий художественного проектирования одежды ориентировано на снижение ущерба, наносимого экологии, и сокращение вредного воздействия индустрии моды на окружающую нас среду, чему прежде всего соответствуют такие методы, как апсайклинг и ресайклинг. Изготовление изделий из вторичного сырья позволяет вовлечь потребителей в модернизацию ранее используемой одежды в качестве эффективной альтернативой ее утилизации и может лечь в основу "экологического маркетинга", роль которого в современном обществе возрастает с каждым годом и особенно для более молодых поколений. Однако художественное проектирование изделий из вторично используемых материалов требует большего внимания, поиска более широкого спектра творческих источников, знаний об инновационных материалах и технологиях их переработки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Долгова Т.В. Социоллингвистическое исследование термина *upcycling* в современной терминологии индустрии моды // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. – 2020, №2(27). С.80...84.
2. Begey M.J. Green style: Discourses of sustainability among fashion industry professionals // Thesis dissertation M.A., California State University, Long Beach, 2016.
3. Shen B., Zheng J.-H., Chow P.-S., Chow K.Y. Perception of fashion sustainability in online community // The Journal of The Textile Institute. – 2014. Vol.105. Is.9. P.971...979.
4. Hill J., Lee H.H. Young Generation Y consumers' perceptions of sustainability in the apparel industry // Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal. – 2012. Vol.16. Is.4. P.477...491.
5. Na Y., Na D.K. Investigating the sustainability of the Korean textile and fashion industry // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2015. Vol.27. Is.1. P.23...33.
6. Janigo K.A., Wu J. Collaborative Redesign of Used Clothes as a Sustainable Fashion Solution and Potential Business Opportunity // Fashion Practice: The Journal of Design, Creative Process & the Fashion Industry. – 2015. Vol.7. Is.1. P.75...97.
7. Jung S., Jin B. A theoretical investigation of slow fashion: sustainable future of the apparel industry // International Journal of Consumer Studies. – 2014. Vol.38. Is.5. P.510...519.
8. Алибекова М.И., Андреева Е.Г. Апсайклинг как инновационный подход к дизайну современной

одежды // В сб. Междунар. науч.-практ. конф.: Инновационные методы и технологии в индустрии моды. – Ташкент: ТИТЛП, 2021. С.169...172.

9. Алибекова М.И., Белгородский В.С., Андреева Е.Г. Алгоритмизация выбора и интерпретации творческих источников для художественного проектирования изделий легкой промышленности // Св-во о регистрации БД №2021621608 от 27.07.2021.

10. Алибекова М.И., Белгородский В.С., Андреева Е.Г. Инновационные технологии в эскизном и художественном проектировании объемных форм костюма // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №3. С.102...106.

## REFERENCES

1. Dolgova T.V. Sotsiolingvistichekoe issledovanie termina *upcycling* v sovremennoy terminologii industrii mody // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Gumanitarnye issledovaniya. – 2020, №2(27). S.80...84.
2. Begey M.J. Green style: Discourses of sustainability among fashion industry professionals // Thesis dissertation M.A., California State University, Long Beach, 2016.
3. Shen B., Zheng J.-H., Chow P.-S., Chow K.Y. Perception of fashion sustainability in online community // The Journal of The Textile Institute. – 2014. Vol.105. Is.9. P.971...979.
4. Hill J., Lee H.H. Young Generation Y consumers' perceptions of sustainability in the apparel industry // Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal. – 2012. Vol.16. Is.4. P.477...491.
5. Na Y., Na D.K. Investigating the sustainability of the Korean textile and fashion industry // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2015. Vol.27. Is.1. P.23...33.
6. Janigo K.A., Wu J. Collaborative Redesign of Used Clothes as a Sustainable Fashion Solution and Potential Business Opportunity // Fashion Practice: The Journal of Design, Creative Process & the Fashion Industry. – 2015. Vol.7. Is.1. P.75...97.
7. Jung S., Jin B. A theoretical investigation of slow fashion: sustainable future of the apparel industry // International Journal of Consumer Studies. – 2014. Vol.38. Is.5. P.510...519.
8. Alibekova M.I., Andreeva E.G. Apsaykling kak innovatsionnyy podkhod k dizaynu sovremennoy odezhdyy // V sb. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Innovatsionnye metody i tekhnologii v industrii mody. – Tashkent: TITLP, 2021. S.169...172.
9. Alibekova M.I., Belgorodskiy V.S., Andreeva E.G. Algoritmizatsiya vybora i interpretatsii tvorcheskikh istochnikov dlya khudozhestvennogo proektirovaniya izdeliy legkoy promyshlennosti / Sv-vo o registratsii BD №2021621608 ot 27.07.2021.
10. Alibekova M.I., Belgorodskiy V.S., Andreeva E.G. Innovatsionnye tekhnologii v eskiznom i khudozhestvennom proektirovanii ob'emnykh form kostyuma // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, №3. S.102...106.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 23.12.21.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ВОЙЛОКА В ОБЪЕКТАХ "FIBER ART"

### THE USE OF INDUSTRIAL FELT IN FIBER ART OBJECTS

Н.Н. ЦВЕТКОВА

N.N. TSVETKOVA

(Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная академия  
имени А. Л. Штиглица)

(Saint Petersburg Stieglitz State Academy of Art and Design)

E-mail: ts\_natali@mail.ru

*Промышленный войлок – нетрадиционный текстильный материал, который можно применять при создании арт-объектов и инсталляций современного искусства волокна "fiber art". Одним из первых художников, начавших работать с промышленным войлоком, стал Роберт Моррис, творчество которого оказало влияние на развитие новых объемно-пространственных форм текстильного искусства второй половины XX в. Современные художники, работающие в области "fiber art" применяют промышленный войлок для создания выставочных объектов, а также произведений носимого искусства "wearable art".*

*Industrial felt is a non-traditional textile material that can be used to create art objects and installations of modern fiber art. One of the first artists who start working with industrial felt was Robert Morris, whose creative work influenced the development of new three-dimensional forms of textile art in the second half of the twentieth century. Contemporary artists working in the field of "fiber art" use industrial felt to create exhibition objects, as well as compositions of wearable art.*

**Ключевые слова:** текстильное искусство, искусство "пластического взрыва", промышленный войлок, носимое искусство, "fiber art", "wearable art".

**Keywords:** textile art, the art of "plastic explosion", industrial felt, wearable art, "fiber art".

Искусство волокна – "fiber art" – термин, который в международной художественной практике в настоящее время заменил словосочетание "текстильное искусство". Крупнейшие выставки, где экспонируется современный художественный текстиль – Биеннале "Из Лозанны в Пекин" (Китай), ставшая преемницей знаменитых Лозаннских Биеннале, проекты, которые организует Европейская Текстильная Сеть (ETN), и многие другие, содержат в своем названии термин "fiber art". Это позволяет художникам, работающим в данной области, свободно относиться к используемому материалу и

выбору техники исполнения своих произведений.

История развития художественного текстиля второй половины XX в., периода так называемого "пластического взрыва", демонстрирует трансформацию плоских форм в объемные, появление "мягкой скульптуры", арт-объектов и инсталляций. Художники экспериментировали с материалами, включая в свои произведения металл, пластик, латекс, резину, использовали техники ткачества, плетения, вязания, применяли текстиль промышленного изготовления (войлок, флисовые материалы).

Искусство художественного текстиля второй половины XX в. представляет собой культурный феномен, который, несмотря на блестящие успехи и внимание со стороны зрителей, критиков, искусствоведов, изучен недостаточно [9, с. 78]. В настоящее время существует мало публикаций на русском языке, где текстильные произведения, созданные в период "пластического взрыва", а также современные объекты "fiber art" рассматривались бы в контексте используемых материалов и технологий. Существуют публикации, где исследуются особенности развития так называемой "новой таписсерии", различных видов плетения и ткачества. Можно отметить работы В. И. Савицкой [1], В. Д. Уварова [2], [3]. Некоторые аспекты, касающиеся данной проблемы, рассматривались в авторских публикациях [4], [7], [8].

Целью настоящей статьи является изучение произведений "fiber art", созданных во второй половине XX-начале XXI в., в которых в качестве основного материала применялся промышленный войлок. Подобных исследований российскими специалистами текстильного искусства не проводилось, в зарубежных публикациях о таких работах упоминалось лишь в контексте общих тенденций развития искусства "fiber art". Однако стоит отметить своеобразную эстетику произведений, созданных из промышленного войлока, что, безусловно, привлекает к ним внимание. В связи с этим тема исследования представляется актуальной. В соответствии с целью можно сформулировать следующие задачи исследования:

- рассмотреть творчество Р. Морриса как наиболее яркого художника второй половины XX в., работавшего с промышленным войлоком;

- выявить стилистические параллели с творчеством Р. Морриса у современных художников "fiber art";

- определить различные способы применения промышленного войлока на примере произведений художников "fiber art" начала XXI в.;

- отдельно рассмотреть объекты носимого искусства (wearable art), созданные с использованием промышленного войлока.

Исследование построено на применении описательно-аналитического метода для анализа художественных произведений. При изучении современных объектов "fiber art" использованы материалы международных художественных выставок, которые автор посещал лично.

Одним из художников-концептуалистов XX в., который работал с пластами промышленного войлока, был Роберт Моррис (США) [10, с. 148, 15]. Будучи скульптором, Р. Моррис использовал этот текстильный материал для создания объемно-пространственных композиций. Художник раскладывал его на полу, делал разрезы, а затем поднимал полученную конструкцию, закрепляя на стене. Подчиняясь силе гравитации, пласты войлока спадали вниз, образуя хаотичные (арт-объект "Без названия" ("Запутанный") 1967 г.) или упорядоченные (работа "Без названия" 1970 г.) складки (рис. 1, 2).



Рис. 1



Рис. 2



В арт-объекте "Запутанный" ленты темно-серого войлока падают вниз, словно бурлящие потоки воды, перекручиваясь между собой и образуя треугольную форму (рис. 1). Произведение "Без названия" 1970 г. также построено на принципе треугольника, но здесь использована зеркальная симметрия, складки строго направлены, упорядочены (рис. 2).



Рис. 3

Пласты войлока напоминают стекающую вулканическую лаву, медленную и тяжелую. Несмотря на то, что Роберт Моррис был концептуальным художником и не принимал участия в текстильных выставках, можно с уверенностью сказать, что стиль его работ повлиял на развитие искусства "fiber art" второй половины XX в. Восприятие ткани, текстильной драпировки с точки зрения ее развития в пространстве можно видеть в работах таких художников-текстильщиков периода "пластического взрыва", как Аурелия Муньос, Рици и Петер Якуби, Джан Стамста и др. [10].

В настоящее время промышленный войлок продолжает пользоваться популярностью в творчестве художников "fiber art". Стилистически связан со скульптурами Р. Морриса арт-объект "Медуза" (2018 г.), автором которого является Гертруда Бартенбергер (Австрия) [13, с. 153] (рис. 3). Художница использовала войлок темного, почти черного цвета, разрезав его на отдель-

ные свисающие полосы. Правда, в отличие от Р. Морриса, часто крепившего свои объекты в одной точке и использовавшего идею гравитации и свободного падения тяжелого материала, Г. Бартенбергер применила округлый каркас, на котором полосы войлока были закреплены. В то время как скульптуры Р. Морриса переменны и могут трансформироваться при изменении условий экспонирования, арт-объект Г. Бартенбергер – это стационарная форма, отражающая задумку автора и не допускающая случайностей.

Среди работ современных художников "fiber art" можно отметить произведение "Коралловый риф" (2016 г.), автором которого является Александра Ричерт (Польша) [11, с. 6]. Арт-объект состоял из двух слоев промышленного войлока (100% полиэстер). Верхний слой бледно-зеленого цвета прорезался на отдельных участках таким образом, чтобы создавалось подобие лепестков цветка, затем эти лепестки отгибались, получалась своеобразная "колючая" фактура поверхности, и становился виден лимонно-желтый нижний слой. Работа имела экологическую направленность, фокусируясь на проблеме исчезновения кораллов.

Панно "Земля. 8.16" (2016 г.) польской художницы Джоанны Русин – еще одна работа экологической направленности, созданная из промышленного войлока [14, с. 148...149]. Произведение составлено из округлых войлочных модулей серого цвета, закрепленных на текстильной основе и образующих подобие земной поверхности. Расположенные под разными углами, эти модули по-разному отражали свет, напоминая каменистый пейзаж.

Пространственная инсталляция "Что нами движет?" (2019 г.) Ренаты Миереллес (Аргентина) представляла собой трехчастную композицию, созданную из двух веретенообразных вертикальных форм и пересекающей их горизонтальной. Каждая часть состояла из округлых элементов, вырезанных из пластов промышленного войлока, соединенных нитями. В вертикальных формах войлочные элементы были одного цвета (черного) и художественная вы-

разительность достигалась за счет ритма расположения этих элементов. Кроме того, пластичность материала позволяла ему изгибаться, превращая правильные круги в живые подвижные структуры, напоминавшие петли и восьмерки. Горизонтальная форма состояла из модулей разных цветов – черного, темно-серого и светло-серого, создавалась благородная колористическая растяжка.

Рассмотрев различные работы "fiber art", созданные из промышленного войлока, можно отметить разницу творческих подходов художников к применению этого материала в своих объектах. Так, Р. Моррис и Г. Бартенбергер работали с большими пластами материала, рассматривая войлок в качестве основы для скульптур; Р. Миереллес и Дж. Русин вырезали отдельные элементы сравнительно небольшого размера, собирая свои произведения по принципу пазла. А. Ричерт работала с цветным синтетическим материалом, мелко разрабатывая фактуру поверхности текстильного произведения. Общей чертой работ всех отмеченных художников является "скульптурность" их произведений, первичность формы.

Отдельно хотелось бы рассмотреть применение промышленного войлока в текстильных работах, представляющих направление "wearable art" (носимое искусство). Подобные произведения не относятся к объектам традиционной моды, представляя собой самостоятельное направление (костюмную среду), развивающееся в рамках "fiber art".

В 2018-2019 гг. в Санкт-Петербурге в Музее современного искусства Эрарта состоялась выставка "Вау мода!", где были представлены произведения, в разные годы ставшие призерами международного конкурса носимого искусства "World of Wearable Art". Конкурс был организован в 1987 г. Сьюзен Монкриф и до настоящего времени проводится в Новой Зеландии. Идеей этого проекта является создание носимых объектов из нетрадиционных материалов – это могут быть "платья" из дерева, металла, кабельных стяжек, монтажной пены и пр. [5].

На выставке "Вау мода!" были представлены два носимых арт-объекта из промыш-

ленного войлока – "Готика" (2014 г.), автор Линн Крисченсен (США) и "Петли" (2010 г.), создателями которого стали Ягеш Чаудхари и Мана Барве (Индия).

Работа "Петли" представляла собой "костюм", полностью закрывающий тело и лицо человека, оставляя свободными только кисти рук и стопы. Объект состоял из отдельных частей, соединявшихся при помощи крючков и системы петель, вырезанных с использованием технологии лазерной резки. Все детали костюма, включая крючки-застежки, были созданы из белого промышленного войлока. Арт-объект производил впечатление космического скафандра. В авторской статье "Костюмный энвайронмент как часть современного актуального искусства" отмечалось, что "...тенденция сокрытия человеческого тела появилась в костюме с приходом в моду XX в. японских дизайнеров Рэй Кавакубо и Иссея Мияке...". В работе "Петли" "внимание художников сосредоточено на создании выразительного образа через форму и материал. При этом тело человека, надевшего подобный костюм, является второстепенным" [6].

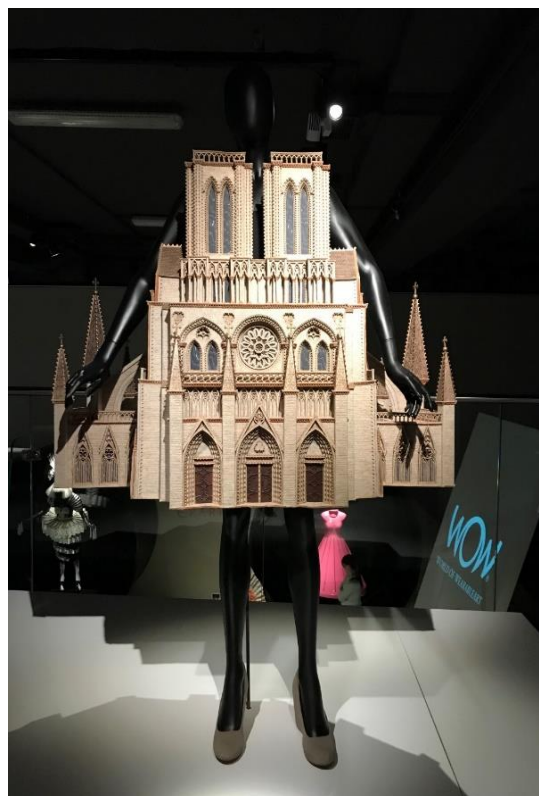


Рис. 4

"Готика", Линн Кристенсен, 2014 г., представляла собой носимый арт-объект, имевший вид старинного собора. Произведение было выполнено из 2300 отдельных частей, скрепленных друг с другом. Основным материалом стал промышленный войлок, обработанный при помощи технологии лазерной гравировки, благодаря которой передавалась текстура кирпича (рис. 4).

Обе рассмотренные работы направления "wearable art" демонстрируют зрителям эстетическую выразительность промышленного войлока и открывают творческие горизонты для современных художников, создающих носимые арт-объекты.

Рассмотрев примеры применения промышленного войлока в произведениях концептуального художника второй половины XX в. Р. Морриса, а также в работах современных авторов, использующих этот материал в произведениях "fiber art", можно сделать следующие выводы:

- промышленный войлок, несмотря на свою кажущуюся непритязательность, представляется материалом, который обладает богатыми эстетическими возможностями: его можно использовать для создания скульптурных форм, работая с большими пластинами или вырезать детали, собирая произведение по принципу пазла; применять одноцветные полотна или "играть" с цветовыми оттенками, а также наносить на текстильную поверхность рисунки при помощи технологий лазерной резки и гравировки;

- художник-концептуалист Р. Моррис применял промышленный войлок для создания скульптур; несмотря на то, что он не работал в области "fiber art", его произведения оказали влияние на формирование этого направления и на развитие объемно-пространственного текстиля периода "пластического взрыва" второй половины XX в.;

- в настоящее время на базе промышленного войлока художниками создаются как произведения "fiber art", предназначенные для экспонирования на художественных выставках или размещения в интерьере (арт-объекты, "мягкая скульптура", инсталляции), так и работы, относящиеся к области носимого искусства ("wearable art");

- рассмотрев произведения, выполненные на основе промышленного войлока, опираясь на опыт современных выставок, можно утверждать, что в настоящее время этот материал является популярным для создания произведений "fiber art" и "wearable art";

- плотная фактура промышленного войлока позволяет текстильным объектам удерживать форму, образовывать складки, а художникам создавать интересные текстуры поверхности своих работ;

- промышленный войлок обладает пластичностью, легко поддается обработке, из него можно создавать сложные геометрические формы, все это позволяет надеяться, что современные художники будут использовать этот материал чаще и многообразнее, применяя его в своих произведениях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Савицкая В. И.* Превращения шпалеры. – М.: Галарт, 1995.
2. *Уваров В. Д.* Авторская таписсерия. – М.: МГТУ имени А. Н. Косыгина, 2010.
3. *Уваров В. Д.* Искусство таписсерии // *Культурология.* – 2001, №2 (18). С. 118...126.
4. *Цветкова Н. Н.* Дух искусства безграничен и волокно объединяет мир // По материалам 9 Биеннале "Из Лозанны в Пекин" // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник МГХПА. – 2018, № 3. С. 253...260.
5. *Цветкова Н. Н.* Костюм как среда. Современные тенденции и типология // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник МГХПА. – 2014, № 4. С. 307...313.
6. *Цветкова Н. Н.* Костюмный энвайронмент как часть современного актуального искусства. // *Мода и дизайн: исторический опыт – новые технологии* // *Мат. 15 Междунар. науч. конф.* / Под ред. Калашниковой Н. М. – СПб: СПГУТД, 2012. С.236...241.
7. *Цветкова Н. Н.* Художественный текстиль – ремесло или искусство. Развитие "fiber art" во второй половине XX в. // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 2. Искусствоведение.* – 2018, №1. С.50...53.
8. *Цветкова Н. Н.* Текстильный арт-объект в искусстве XX – XXI веков // *Актуальные проблемы теории и истории искусства.* Санкт-Петербургский государственный университет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Санкт-Петербург). – 2018, № 8. С. 652...660.

9. Cotton G. E., Junet M. From Tapestry to Fiber Art. The Lausanne Biennials 1962-1995. Milano: Skira. Foundation Toms Pauli. – 2017.

10. Fiber: Sculpture 1960–present. / Curator and editor Porter J. Boston: DelMonico Books Prestel and Institute of Contemporary Art Publ., 2014.

11. 9<sup>th</sup> “From Lausanne to Beijing” International Fiber Art Biennale Catalogue. China Youth Press. – 2016.

12. 10<sup>th</sup> “From Lausanne to Beijing” International Fiber Art Biennale Catalogue. China Architecture & Building Press – 2018.

13. Garden of Eden: exhibition catalog. Haslach: Textile Kultur Haslach – 2019.

14. Identitāte / Identity. 6<sup>th</sup> Rīgas Starptautiskā tekstilmākslas un šķiedras mākslas triennāle. / 6<sup>th</sup> Riga International Textile and Fiber Art Triennial. Catalog. Riga: The Latvian Museum of Art. – 2018.

15. Robert Morris/MoMA URL: <https://www.moma.org/artists/4108#works> (дата обращения: 22.12.2021).

#### REFERENCES

1. Savitskaya V. I. Prevrashcheniya shpalery. – M.: Galart, 1995.

2. Uvarov V. D. Avtorskaya tapisseriya. – M.: MGTU imeni A. N. Kosygina, 2010.

3. Uvarov V. D. Iskusstvo tapisserii // Kul'turologiya. – 2001, №2 (18). S. 118...126.

4. Tsvetkova N. N. Dukh iskusstva bezgranichen i volokno ob"edinyayet mir // Po materialam 9 Biennale "Iz Lozanny v Pekin" // Dekorativnoe iskusstvo i predmetno-prostranstvennaya sreda. Vestnik MGKhPA. – 2018, № 3. S. 253...260.

5. Tsvetkova N. N. Kostyum kak sreda. Sovremennye tendentsii i tipologiya // Dekorativnoe iskusstvo i predmetno-prostranstvennaya sreda. Vestnik MGKhPA. – 2014, № 4. S. 307...313.

6. Tsvetkova N. N. Kostyumnyy envayronment kak chast' sovremennogo aktual'nogo iskusstva. // Moda i

dizayn: istoricheskiy opyt – novye tekhnologii // Mat. 15 Mezhdunar. nauch. konf. / Pod red. Kalashnikovoy N. M. – SPb: SPGUTD, 2012. S.236...241.

7. Tsvetkova N. N. Khudozhestvennyy tekstil' – remeslo ili iskusstvo. Razvitie "fiber art" vo vtoroy polovine KhKh v. // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 2. Iskusstvovedenie. – 2018, №1. S.50...53.

8. Tsvetkova N. N. Tekstil'nyy art-ob"ekt v iskusstve XX – XXI vekov // Aktual'nye problemy teorii i istorii iskusstva. Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet, Moskovskiy gosudarstvennyy universitet im. M.V. Lomonosova (Sankt-Peterburg). – 2018, № 8. S. 652...660.

9. Cotton G. E., Junet M. From Tapestry to Fiber Art. The Lausanne Biennials 1962-1995. Milano: Skira. Foundation Toms Pauli. – 2017.

10. Fiber: Sculpture 1960–present. / Curator and editor Porter J. Boston: DelMonico Books Prestel and Institute of Contemporary Art Publ., 2014.

11. 9<sup>th</sup> “From Lausanne to Beijing” International Fiber Art Biennale Catalogue. China Youth Press. – 2016.

12. 10<sup>th</sup> “From Lausanne to Beijing” International Fiber Art Biennale Catalogue. China Architecture & Building Press – 2018.

13. Garden of Eden: exhibition catalog. Haslach: Textile Kultur Haslach – 2019.

14. Identitāte / Identity. 6<sup>th</sup> Rīgas Starptautiskā tekstilmākslas un šķiedras mākslas triennāle. / 6<sup>th</sup> Riga International Textile and Fiber Art Triennial. Catalog. Riga: The Latvian Museum of Art. – 2018.

15. Robert Morris/MoMA URL: <https://www.moma.org/artists/4108#works> (дата обрashcheniya: 22.12.2021).

Рекомендована кафедрой художественного текстиля. Поступила 20.01.22.

УДК 002.6:061.6:677  
DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_317

**НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КАК ВАЖНАЯ КОМПОНЕНТА  
ФОРМИРОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ СОВРЕМЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
И ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**SCIENTIFIC CONFERENCES  
OF YOUNG SCIENTISTS AS AN IMPORTANT COMPONENT  
OF THE FORMATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN  
A MODERN UNIVERSITY AND TEXTILE INDUSTRY ENTERPRISES**

*V.S. БЕЛГОРОДСКИЙ, Н.В. ГУТОРОВА, А.В. СИЛАКОВ, А.Р. МУРТАЗИНА,  
О.С. ОЛЕНЕВА, И.В. АНДРОСОВА*

*V.S. BELGORODSKIY, N.V. GUTOROVA, A.V. SILAKOV, A.R. MURTAZINA,  
O.S. OLENEVA, I.V. ANDROSOVA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: rector@rguk.ru; silakov-av@rguk.ru

*В статье рассмотрены основные принципы организации и проведения научных конференций молодых ученых, а также изучена их роль в исследовательской деятельности обучающихся. Научно-исследовательская работа играет существенную роль в подготовке студентов и превращается в один из основных компонентов профессиональной подготовки будущего специалиста. В статье проведен сравнительный анализ популярности тематик докладов обучающихся Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием "Инновационное развитие техники и технологий в промышленности". В статье выделены основные направления студенческих научных проектов и предложены пути совершенствования взаимодействия современного университета и предприятий текстильной промышленности.*

*The article considers the basic principles of organizing and conducting scientific conferences of young scientists, as well as their role in the research activities of students. Research work plays an essential role in the preparation of students and turns into one of the main components of the professional training of a future specialist.*

*The article presents a comparative analysis of the popularity of students' report topics of the All-Russian Scientific Conference of young Researchers with international participation "Innovative development of equipment and technologies in industry". The article highlights the main directions of student research projects and suggests ways to improve the interaction of a modern university and textile industry enterprises.*

**Ключевые слова:** научно-исследовательская работа студентов, научно-практическая конференция, исследования, студенты, высшее образование, текстильная промышленность.

**Keywords:** research work of students, scientific and practical conference, research, students, higher education, textile industry.

Современное образование не может быть оторвано от практической деятельности. Занимаясь подготовкой специалиста в области текстильной и легкой промышленности, университеты должны отвечать на вызовы, которые формируются сегодня в обществе, а также на рынке труда. Работодатель ставит перед образовательным учреждением высшего образования конкретные задачи, которые можно решить, только организовав обратную связь между всеми заинтересованными сторонами. На протяжении последнего десятилетия идут разговоры о том, что нужно работодателю сегодня. Очевидно, что на первом месте стоит поиск креативного, творческого специалиста, способного решать актуальные задачи, работать в команде и тем самым способствовать развитию корпоративного имиджа компании, в которую этот специалист придет работать. Основным моментом формирования эффективного взаимодействия между высшим учебным заведением и работодателем является, безусловно, формирование долгосрочных программ практик и стажировок, регламентированных не только образовательными стандартами, но и реальными ситуациями, сложившимися в компании [1].

Однако в последнее время многие компании отмечают важное значение для усиления тесноты связи с университетами организации научных исследований под заказ и проведение мероприятий, направленных на презентацию результатов этих исследований [2]. Не последнее место в этом перечне мероприятий отводится организации

и проведению научных и научно-практических конференций.

В Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)" накоплен огромный опыт организации конференций, на которых ежегодно представляются результаты проведенных научных исследований.

Организация научных мероприятий стимулирует интеллектуальное, творческое и духовно-нравственное развитие обучающихся профессиональных образовательных учреждений посредством изучения будущей профессии, научных новшеств, современной техники и высоких технологий в приоритетных отраслях инновационной экономики. Формирование стратегического кадрового ресурса необходимо для развития научных школ в области техник и технологий проектирования, конструирования, проведения экспертизы в легкой промышленности, материаловедения, развития химических технологий и инновационных материалов, а также совершенствования информационных технологий и процессов автоматизации. Обучающийся посредством проведения научных исследований приобретает теоретические и практические навыки, необходимые для деятельности, направленной на совершенствование технологий текстильной и легкой промышленности, решение конкретных технических и организационных задач, выпуск конкурентоспособной продукции высокого ка-

чества с наименьшими затратами, обеспечивая качественный переход на новую ступень развития информационного общества [3].

Одна из основных целей проведения научных мероприятий – это активизация научной, познавательной, интеллектуальной инициативы обучающихся, вовлечения их в исследовательскую, изобретательскую и иную научную и творческую деятельность в области техники и технологии.

Организаторы конференции обеспечивают равные условия участия в научно-исследовательской деятельности обучающихся молодежи регионов Российской Федерации и зарубежных стран, кафедры и руководители секций заинтересованы в реализации творческого потенциала обучающихся.

В процессе проведения секций между участниками происходит обмен идеями и опытом, выработка новых форм обучения и воспитания молодежи в целях повышения качества их интеллектуального, культурного и нравственного развития. Лучшие работы носят практико-ориентированный характер, а также нередко примеры совместных работ студентов из разных университетов, разных населенных пунктов и даже стран [4].

Таким образом, мы можем сформулировать цель научных конференций – исследование границ науки, новых технологий, продвижение инновационных знаний. Не остаются в стороне и молодые ученые (бакалавры, специалисты и магистры): они активно участвуют в научной работе, предлагают оригинальные решения. На базе ФГБОУ ВО "РГУ имени А.Н. Косыгина" проводится много конференций, хакатонов, конкурсов и олимпиад, способствующих воспитанию у молодых ученых исследовательского духа. К таким мероприятиям можно отнести: Всероссийская научная конференция молодых исследователей с международным участием "Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития" (Вектор), Всероссийская конференция молодых исследователей "Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации" "Социальный инженер", Всероссий-

ская научно-практическая конференция "ДИСК", Открытый молодежный хакатон START-UP СЦЕНА и другие.

С 12 по 15 апреля 2021 г. в университете состоялась ежегодная Всероссийская научная конференция молодых исследователей с международным участием "Инновационное развитие техники и технологий в промышленности (ИНТЕКС-2021)". Конференция проводится ежегодно для обучающихся высших образовательных учреждений с возможностью участия обучающихся средних и средних специальных учебных заведений РФ. Особый интерес вызвало направление конференции, связанное с современными IT-технологиями. По результатам работы секции можно отметить следующие положительные стороны: актуальность тематик большинства докладов, многие работы содержат теоретические и экспериментальные исследования в области информационных технологий. Интересно проанализировать темы докладов с точки зрения направлений: базы данных (БД), искусственный интеллект (ИИ), 3D-моделирование (3D), программирование, создание сайтов (Web), работа с графикой, CASE-технологии, образование (создание обучающих программ/приложений). Предложенная классификация условна, поскольку часть исследований можно определить в несколько категорий. На рис. 1 показано распределение направлений докладов на прошедшей конференции.

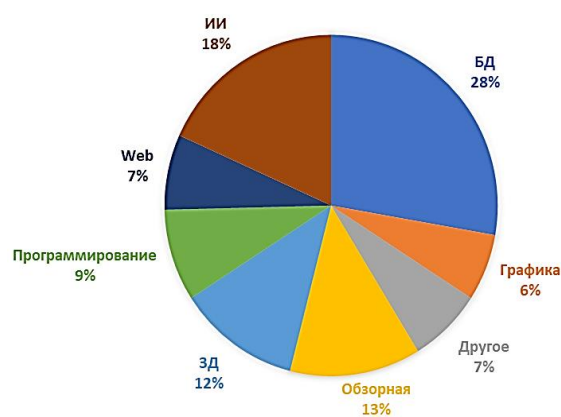


Рис. 1

Более четверти исследований проводятся в области баз данных, связанных с ав-

томатизацией различных задач: складской учет, учет ремонтных работ, обработка заказов товаров и другое. Работа с базами данных в настоящее время стала незаменимым инструментом для управления многими предприятиями. С наступлением "эры больших данных", в соответствии с требованиями высокого уровня параллелизма, большого объема данных, распределения и производительности в реальном времени, традиционные реляционные базы данных из-за их моделей и предопределенных режимов работы во многих случаях не могут удовлетворить потребителей. Технологии NewSQL расширили область применения реляционных баз данных.

Предприятиям важно не только хранить, собирать и передавать информацию, но и осуществлять ее обработку: анализировать спрос на товары, вычислять прибыль от продаж, прогнозировать изменения на рынке. Текущая аналитика деятельности и результатов компании может быть наглядно представлена в графической форме с помощью современных средств визуализации.

Работа с большими объемами данных зачастую связана с технологиями машинного обучения и искусственного интеллекта. На рис. 1 видно, что эта область информационных технологий занимает второе место по популярности среди молодых ученых.

Применение технологий ИИ позволяет сократить участие человека в задачах по обработке данных. В настоящее время часть задач по оперативному управлению делегирована ИИ, однако ключевые решения в области стратегии развития, творчества и креативной деятельности остаются за людьми.

Необходимо отметить возрастающую тенденцию к направлению развития 3D-технологий. Увеличение объема потребления цифрового 3D-контента связано с мировой пандемией и массовым локдауном, принятым во множестве стран [5]. Рост потребности в специалистах по 3D-технологиям обусловлен сокращением возможности взаимодействия в реальном мире и необходимости детальной визуализации товаров и услуг до их приобретения. Более

того, образовательные учреждения и часть предприятий перешли на дистанционный формат работы. Данный фактор спровоцировал всплеск в ряде сегментов ИТ-сферы: дистанционные технологии, онлайн-обучение, видеоконференцсвязь, аппаратное обеспечение, технологии VR и AR [6,] [11].

Таким образом, стоит отметить, что исследования молодых ученых идут в ногу со временем, многие обучающиеся уделяют особое внимание академичности статей и следуют общепринятым стандартам научного текста [7]. Обзорные статьи полезны на начальных этапах: при выборе инструментов разработки, тестирования, CMS (система управления контентом) и др. Обычно авторы аккумулируют информацию из разных источников, описывая достоинства и недостатки, области применения, опыт работы, новые опции, дополнения и функциональные возможности. Подобная информация позволяет разработчикам достаточно быстро сориентироваться в большом количестве инструментальных средств и выбрать наиболее подходящий из них на основе имеющейся информации в техническом задании.

Трудно точно предсказать направление развития исследований в области ИТ-сферы, но можно сделать несколько предположений: искусственный интеллект, цифровизация и виртуализация. Все перечисленные области являются достаточно перспективными и связаны с интернет-торговлей, базами знаний (онтологии), учетом рисков, автоматизацией процессов, кибербезопасностью, технологиями виртуальной и дополненной реальности, интернетом вещей.

Таким образом, в современных условиях ведущим требованием к высшему образованию становится формирование личностной, профессиональной готовности к жизни и деятельности в перманентно инновационном обществе и порождение принципиально новых социальных укладов освоения реальности [8]. Это требование может быть реализовано, прежде всего, через тесную и основательную связь теоретических знаний и их практического приложения. Научно-исследовательская работа



студентов аккумулирует в себе как использование теоретической базы, полученной в ходе обучения в университете, так и ее практическое приложение в виде применения освоенных методов и методик на практике [9]. Проведение научных конференций молодых исследователей является неотъемлемым элементом обучения в высшей школе [10].

Опыт организации научных исследований молодых ученых в ФГБОУ ВО "РГУ имени А.Н. Косыгина" позволяет реализовывать новые формы эффективного взаимодействия вузов и работодателей, позволяющих готовить профессионалов, способных реализовать устойчивое и динамическое развитие соответствующих производств, в том числе и на основе наукоемких технологий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бальхин М.Г., Генералова А.В., Оленева О.С. Инновационное практико-ориентированное образование как ключевой фактор эволюционного развития национальной легкой промышленности // Дизайн и технологии. – 2014, № 43(85). С. 107...115.

2. Джавадов Т.А., Силаков А.В., Силакова В.В. Анализ форм сотрудничества предприятий и вуза // Сб. мат. IV Всерос. научн. конф.: Экономика отраслевых рынков: формирование, практика и развитие, Москва, УОК "Лесное озеро", 25 января 2020 года. – Москва, УОК "Лесное озеро": Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2020. С. 82...86.

3. Бальхин, М.Г., Генералова А.В., Рыбаулина И.В., Оленева О.С. Об интеграции промышленности и современного образования // Химические волокна. – 2015, № 6. С. 103...105.

4. Тетерина А.А., Карпова Е.Г. Формы взаимодействия между вузом и работодателем в процессе трудоустройства выпускников // Сб. мат. Всерос. науч. конф. молодых исследователей с международным участием: Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2021) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). Часть 4. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2021. С. 106...109.

5. Мезенцева Т.В., Зарецкая Г.П., Гусева М.А., Гончарова Т.Л. Повышение престижности научной и творческой деятельности студентов через участие в конкурсах научных и творческих работ по направлениям подготовки 29.03/04.01 Технология изделий легкой промышленности и 29.03/04.05 Конструирование изделий легкой промышленности // Сб. мат. Всерос. конф. молодых исследователей: Социально-

гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации "Социальный инженер-2017". Часть 1. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2017. С. 233...237.

6. Болбаков Р.Г., Березин А.А., Рубцов М.Р., Семенов Н.С. Тьютор-модератор web и мультимедиа, и его технологическое обеспечение мобильности на инновационной образовательной площадке вуза // Инновационное развитие науки и образования. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021. С. 80...91.

7. Сафонова М.А., Сафонов А.А. Трансформация академического письма в цифровую эпоху // Высшее образование в России. – 2021. Т. 30, № 2. С. 144...153. – DOI 10.31992/0869-3617-2021-30-2-144-153.

8. Белгородский В.С., Кащеев О.В., Рыбаулина И.В. и др. Подходы к формированию стратегии развития инновационной, творческой и научной деятельности обучающихся в современном университете // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 3. С. 179...183.

9. Алферова Н.Г. Роль научно-практической конференции в организации исследовательской деятельности студентов // Сб. мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Современные тенденции развития системы образования, Чебоксары, 25-28 апреля 2019 года. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский дом "Среда", 2019. С.217...219.

10. Holmegaard H.T., Madsen L.M., Ulriksen L.A. Journey of negotiation and belonging: understanding students' transitions to science and engineering in higher education // Cultural Studies of Science Education. – 2014. V. 9, № 3. P. 755...786.

11. Sodhar I.N. et al. Information Communication and Technology Tools Integration in Higher Education // International Journal of Progressive Sciences and Technologies. – 2019. V. 15, № 1. P. 127...133.

#### REFERENCES

1. Balykhin M.G., Generalova A.V., Oleneva O.S. Innovatsionnoe praktiko-orientirovannoe obrazovanie kak klyuchevoy faktor evolyutsionnogo razvitiya natsional'noy legkoy promyshlennosti // Dizayn i tekhnologii. – 2014, № 43(85). S. 107...115.

2. Dzhavadov T.A., Silakov A.V., Silakova V.V. Analiz form sotrudnichestva predpriyatij i vuza // Sb. mat. IV Vseros. nauchn. konf.: Ekonomika otraslevykh rynkov: formirovanie, praktika i razvitie, Moskva, UOK "Lesnoe ozero", 25 yanvarya 2020 goda. – Moskva, UOK "Lesnoe ozero": Izdatel'sko-torgovaya korporatsiya "Dashkov i K", 2020. S. 82...86.

3. Balykhin, M.G., Generalova A.V., Rybaulina I.V., Oleneva O.S. Ob integratsii promyshlennosti i sovremennogo obrazovaniya // Khimicheskie volokna. – 2015, № 6. S. 103...105.

4. Teterina A.A., Karpova E.G. Formy vzaimodeystviya mezhdu vuzom i rabotodatelem v protsesse trudoustroystva vypusknikov // Sb. mat. Vseros. nauch.

konf. molodykh issledovateley s mezhdunarodnym uchastiem: Ekonomika segodnya: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya (Vektor-2021) / Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii, Rossiyskiy gosudarstvennyy universitet imeni A.N. Kosygina (Tekhnologii. Dizayn. Iskusstvo). Chast' 4. – M.: RGU imeni A.N. Kosygina, 2021. S. 106...109.

5. Mezentseva T.V., Zaretskaya G.P., Guseva M.A., Goncharova T.L. Povyslenie prestizhnosti nauchnoy i tvorcheskoy deyatel'nosti studentov cherez uchastie v konkursakh nauchnykh i tvorcheskikh rabot po napravleniyam podgotovki 29.03/04.01 Tekhnologiya izdely legkoy promyshlennosti i 29.03/04.05 Konstruirovaniye izdely legkoy promyshlennosti // Sb. mat. Vseros. konf. molodykh issledovateley: Sotsial'no-gumanitarnye problemy obrazovaniya i professional'noy samorealizatsii "Sotsial'nyy inzhener-2017". Chast' 1. – M.: RGU imeni A.N. Kosygina, 2017. S. 233...237.

6. Bolbakov R.G., Berezin A.A., Rubtsov M.R., Semenov N.S. T'yutor-moderator web i mul'timedia, i ego tekhnologicheskoe obespechenie mobiliti na innovatsionnoy obrazovatel'noy ploshchadke vuza // Innovatsionnoe razvitie nauki i obrazovaniya. – Penza: "Nauka i Prosveshchenie" (IP Gulyaev G.Yu.), 2021. S.80...91.

7. Safonova M.A., Safonov A.A. Transformatsiya akademicheskogo pis'ma v tsifrovuyu epokhu // Vysshee obrazovanie v Rossii. – 2021. T. 30, № 2.

S.144...153. – DOI 10.31992/0869-3617-2021-30-2-144-153.

8. Belgorodskiy V.S., Kashcheev O.V., Rybaulina I.V. i dr. Podkhody k formirovaniyu strategii razvitiya innovatsionnoy, tvorcheskoy i nauchnoy deyatel'nosti obuchayushchikhsya v sovremennoy universitete // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 3. S. 179...183.

9. Alferova N.G. Rol' nauchno-prakticheskoy konferentsii v organizatsii issledovatel'skoy deyatel'nosti studentov // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Sovremennye tendentsii razvitiya sistemy obrazovaniya, Cheboksary, 25-28 aprelya 2019 goda. – Cheboksary: Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu "Izdatel'skiy dom "Sreda", 2019. S.217...219.

10. Holmegaard H.T., Madsen L.M., Ulriksen L.A. Journey of negotiation and belonging: understanding students' transitions to science and engineering in higher education // Cultural Studies of Science Education. – 2014. V. 9, №. 3. P. 755...786.

11. Sodhar I.N. et al. Information Communication and Technology Tools Integration in Higher Education // International Journal of Progressive Sciences and Technologies. – 2019. V. 15, №. 1. P. 127...133.

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 11.11.21.

УДК 338:378.14

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_322

## ЦИФРОВЫЕ ТРЕНДЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

### DIGITAL TRENDS IN HIGHER EDUCATION

*В.Г.ЛАРИОНОВ, Е.Н.ШЕРЕМЕТЬЕВА, Е.П. БАРИНОВА*

*V.G. LARIONOV, E.N. SHEREMETYEVA, E.P. BARINOVA*

(Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Самарский государственный экономический университет, Самарский филиал Московского городского педагогического университета)

(Bauman University (National Research University), Samara State University of Economics, Samara branch of Moscow State Pedagogical University)

E-mail: vallarionov@yandex.ru; lena\_scher@mail.ru; rfnz25@yandex.ru

*В представленной публикации проведен анализ цифровых трендов развития высшего образования. Выявлены направления трансформации технологических процессов в период пандемии, изменивших ландшафт мирового высшего образования. Отмечен переход от количественного состояния цифровизации к качественному, связанному с внедрением в образование искусственного интеллекта, блокчейна, работы с большими базами данных. В ка-*

*честве перспективного формата высшего образования рассмотрены варианты смешанного обучения. Предложены варианты использования цифровых технологий для обучения специалистов текстильной промышленности.*

*The presented publication analyzes digital trends in the development of higher education. The directions of transformation of technological processes in the period of pandemic, which changed the landscape of world higher education, have been identified. The transition from a quantitative state of digitalization to a qualitative one is noted, associated with the introduction of artificial intelligence, blockchain, and work with large databases into education. Variants of blended education are considered as a promising format of higher education. Variants of using digital technologies for training specialists in the textile industry are proposed.*

**Ключевые слова:** цифровизация образования, "гибридное" обучение", массовые открытые онлайн-курсы (МООС), платформы обучения, система управления обучением (LMS), индивидуальная образовательная траектория.

**Keywords:** digitalization of education, "hybrid" training, "mass open online courses (MOOC), learning platforms, learning management system (LMS), individual educational trajectory.

#### *Введение*

Направления развития современного высшего образования связаны с такими понятиями, как глобализация, массовизация, демократизация. "Цифровая революция" кардинальным образом трансформирует образовательное пространство. Активное внедрение в образовательный процесс коллаборативных педагогических технологий поставило перед исследователями задачу анализа возможностей, предоставляемых информационными технологиями для поддержки учебного процесса [1], [2]. Выявлена степень цифровой грамотности преподавателей, дана оценка их вовлеченности в процесс создания электронной образовательной среды в вузах [3], [4], охарактеризованы различные трактовки характеристик цифровых компетенций в России и зарубежных странах, методы, применяемые для их достижения [5...7].

Система образования за время пандемии коронавируса претерпела колоссальные изменения, связанные с необходимостью модификации образовательных программ. Преподаватели были вынуждены освоить новые технологии и методы обучения, пересмотреть соотношение заданий

для аудиторной и самостоятельной работы, изменить формат лекций и практических занятий, а обучающиеся перейти в режим полной "самодисциплины и самообучения". В исследовательской литературе сформулированы проблемные вопросы, требующие дальнейшего изучения. К их числу относятся диагностика социальных и экономических рисков в условиях вынужденного перехода высшего образования на дистанционный формат обучения [8...10], трудовые, правовые аспекты и эффективность организации образовательного процесса [11], [12]. Повышенное внимание уделяется вопросам адаптации обучающихся и профессорско-преподавательского состава к экстремальному переходу на цифровые сервисы и удаленные платформы [13].

Процессы цифровизации высшего образования позволяют обеспечить эффективность функционирования различных социальных институтов. Указом Президента Российской Федерации "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года" модернизация профессионального образования обозначена как одно из приоритетных направлений развития страны.

Беспрецедентный опыт модернизации образования, вызванный условиями развития пандемии, поставил задачу анализа последствий ускоренной цифровизации. Отношение участников образовательного процесса к перспективам ее дальнейшего развития оказалось не однозначным. Критические суждения относительно электронного формата обучения высказывают как студенты, так и преподаватели. Споры о том, стал ли вынужденный переход в онлайн новой возможностью или слабым звеном высшей школы, не утихают до сих пор. По результатам исследования даны прогнозы будущего развития цифровизации высшего образования.

#### *Методы*

Цифровая трансформация высшего образования – это многоэтапное преобразование в цифровую среду на основе современных сервисов, открытых ресурсов, интерактивных методов коммуникации, использования больших данных и искусственного интеллекта всех образовательных и управленческих процессов. Обобщен российский и зарубежный педагогический опыт в области цифровизации высшего образования, обозначены тренды его развития в современных условиях.

#### *Результаты и обсуждения*

Глобальными трендами в развитии системы высшего образования на ближайшие годы является технологическое переустройство образовательного контента; междисциплинарность и внедрение индивидуальных образовательных траекторий; формирование инновационных образовательных программ, включающих в учебную и проектную деятельность soft и future-skills.

В XXI веке процесс технологизации высшего образования осуществлялся быстрыми темпами. Возникли принципиально новые платформенные решения в области управления учебным процессом, оценки и сертификации результатов обучения. Создание современных интерактивных учебных материалов, массовая компьютеризация и оцифровка различных процессов способствовали появлению новых технологических процессов и обучающих онлайн-

проектов в высшем и дополнительном образовании. Цифровые образовательные стартапы и массовые открытые онлайн-курсы (МООС), эффективно выполняя традиционные функции университетов, способствовали обострению конкуренции и трансформации современного формата высшего образования. В качестве перспективного формата высшего образования стало рассматриваться сочетание on-line и off-line подходов, смешанное обучение. Главной задачей, вставшей перед вузами, стала трансформация информационного ландшафта, автоматизация учета и управления, развитие электронно-образовательной среды. Однако в этот период цифровая трансформация не затрагивала суть учебного процесса, а изменяла его конфигурацию. Она ограничивалась внедрением элементов онлайн-образования, развитием LMS и была направлена на осуществление контроля за образовательным контентом и учебным процессом.

Трансформация классического вуза в цифровой возможна лишь при объединении потенциала цифровых образовательных платформ и интеллектуальной системы построения процесса обучения, а также структурного преобразования бизнес-процессов и структурных подразделений вуза [14], [15]. С 2019 г. в рамках федерального проекта "Кадры для цифровой экономики" осуществляется поэтапная реализация модели "Цифровой университет" на базе образовательных организаций высшего образования. В январе 2020 г. вузы-участники проекта презентовали планы по дальнейшему развитию мероприятий создания данного проекта в 2020-21 гг. Создание цифрового университета как инновационной экосистемы предполагает непрерывное взаимодействие участников рынка экономики знаний и университетов в процессе формирования динамической модели компетенций, проектного обучения, образовательных мероприятий и оценки компетенций студентов [16]. Подобная модель цифровой трансформации образовательного процесса и создание цифрового университета как инновационной экосистемы достижима как путем структурирования и наполнения обра-

зовательного пространства, так и цифровой активности и заинтересованности преподавателей в создании контента, участия "...в продвижении и повышении доступности цифровых сервисов для обучающихся..." [17]. Идея изменений заключается в коллаборации ресурсов партнеров и внешних скейхолдеров: программ Университета 20.35, Университета НТИ, сетевых проектов с участием Mail.ru Group, Иннополис, МГУ им. М.В. Ломоносова и других. Модель цифровой трансформации научно-исследовательского процесса предполагает акселерацию исследований и "созревания" молодых исследователей за счет интеллектуализации коллабораций.

Цифровизация в условиях пандемии стала основным механизмом развития образования и обеспечения возможности его функционирования. Сохранение непрерывности образовательного процесса стало позитивным итогом предшествующей цифровой трансформации. Однако обозначились и существенные проблемы и негативные аспекты, которые требуют корректировки образовательной политики для преодоления возникающих негативных тенденций.

Современные учебные материалы для студентов на лекциях, семинарах или самостоятельного выполнения заданий стали более интерактивными. В учебные пособия встраиваются видео-, онлайн-задания для самопроверки, цифровые ссылки к дополнительным материалам. Однако большинство электронных учебников в настоящее время представляют собой оцифрованные тексты без дополнительных функций. Решение задачи видится в обеспечении открытого доступа в крупнейшие цифровые библиотеки, а также овладение преподавателями инструментами разработки онлайн-курсов и учебных пособий, создаваемых на основе насущных педагогических целей.

В учебный процесс включаются массовые открытые онлайн-курсы, цифровые сервисы и партнерские программы. В ответ на вызовы пандемии был открыт бесплатный доступ к множеству отечественных онлайн-курсов. Однако данная практика имеет и свои ограничения, как в правовой, так и ресурсной областях. В частности,

внедрение MOOC в образовательный процесс, на первый взгляд, снижает цифровой разрыв между национально-исследовательскими, опорными и региональными вузами. Однако открытыми остаются вопросы, связанные с их правильным подбором, возможностью включения в учебный план и учетом результатов освоения. Ряд курсов, в особенности гуманитарной тематики, имеют ограничения по переводу их в онлайн-формат. Различен и уровень мотивации у студентов вузов и слушателей курсов [18]. В связи с этим, необходим тщательный анализ экономических и образовательных эффектов от подобной интеграции бизнес-моделей в образовательный процесс.

Доступность информационных ресурсов порождает иллюзию возможности быстрого освоения учебного контента и получения достоверной информации. Однако обучающиеся не обладают навыками самостоятельного поиска и критического анализа предлагаемого интернетом контента. Поэтому главной задачей современного преподавателя является создание творческой среды для обучения, критический анализ и сопровождение самостоятельной работы студентов. Все чаще на смену традиционным форматам проведения занятий приходят инновационные, такие как работа на интерактивной доске, использование чата, форума, голосования, видеоконтента в процессе интерактивной лекции, дискуссии, игровые задания, решение кейсов, проблемные занятия, однако они не могут полностью исключить традиционную лекцию. Использование подобных активных методов требует фундаментальных изменений системы формирования учебных групп, так как практикоориентированное обучение возможно только в небольших группах.

Формальные требования к использованию электронной среды регламентируют образовательный процесс и требуют постоянной включенности преподавателя в данную систему. LMS университетов, как правило, используется для хранения контента и "цифрового следа". Переход части разработчиков LMS к облачным и экосистемным подходам расширяет возможности индивидуализации и обновления образовательных ресурсов.

В условиях пандемии коронавируса массовый перевод процесса обучения в электронный формат поставил перед разработчиками реальные проблемы, связанные с сопровождением вынужденного онлайн-обучения. Он показал, что техническая сторона процесса онлайн-обучения, связанная с поддержанием серверов и обеспечением устойчивости беспроводной связи, оказалась гораздо более важной составляющей процесса, чем содержательная сторона.

Возросли требования к цифровой грамотности и профессионализму педагогического состава, умению осознанно и гибко использовать современные методики преподавания. Между тем, далеко не все преподаватели знакомы с расширенными возможностями цифровых платформ, даже если они используют их при проведении занятий. Онлайн-ресурсы для каждой платформы, используемой для интерактивного обучения, собираются в режиме реального времени, индивидуализированы, что снижает эффективность базовых процессов коммуникации, в которых участвуют пользователи. Обучающиеся испытывают сложности с освоением программ, а преподаватели – с анализом их результативности. К числу проблем, связанных с этими процессами, относится низкий уровень "цифровой грамотности" [19]. Цифровое неравенство проявляется между различными регионами страны с разными возможностями обеспечения интернет-ресурсами, а также между социально-демографическими группами населения, поколениями, отличающимися по степени быстроты усвоения информационных навыков, возможностям здоровья, возрастными особенностями, и социальными стратами, имеющими различные возможности обладания гаджетами. В условиях тотальной цифровизации возросла информационная и эмоциональная нагрузка на преподавателей и студентов, что обусловлено рядом как субъективных, так и объективных факторов.

Технологии, повышая доступность и эффективность обучения, не могут передать атмосферу общения и нетворкинга. К тому же для полноценного использования онлайн-инструментов необходима пере-

стройка технической базы учреждений образования, разработка методик дистанционного преподавания, обучение работе с цифровыми технологиями как преподавателя, так и студента. Безусловно, то, что хорошо воспринимается "вживую", бесполезно в режиме онлайн, исчезает диалог. Одним из главных рисков цифровой трансформации системы образования является замена межличностно-коммуникативного процесса технологическим. Результаты научных исследований показывают, что "...перенос коммуникации в информационную среду приводит к возможному обезличиванию, формализации...", снижению доверия к участнику диалога [20].

Разработка качественных профессиональных программ требует значительных временных затрат и профессиональной заинтересованности преподавателя. На содержании учебного материала, а также на мотивационных факторах к обучению и преподаванию, негативно сказывается излишняя формализация образовательного процесса. Избыточность и динамичность информационных потоков требуют трансформации методов и приемов обучения. Однако развивать навыки критического мышления и творческого решения задач, особенно в формате дистанта, невозможно без заинтересованности, как преподавателя, так и студента. Исследователи отмечают и психологические проблемы, связанные с отсутствием механизмов адаптации к новой информационной образовательной среде, заменой "...реальных ценностей и потребностей на виртуальные, что грозит качественной перестройкой мировоззрения личности" [10, с.20].

Трансформация традиционного образования требует не только внедрения новых технологий, но и корреляции всех форматов обучения. Особенно интересно пересечение неформального, полуформального и формального интерфейса программ, внедрение инновационных форм обучения и новых моделей создания знаний, скилзов и компетенций. На наш взгляд, наиболее эффективна модель гибридного обучения. Для формирования "гибких" навыков, прежде всего умения работать в коллективе

и способности поиска вариантов для решения конкретных задач, востребованными являются методики проблемно-ориентированного и проектно-организованного обучения. В традиционном обучении характер коммуникативной деятельности преподавателя в общении с обучающимися играет решающую роль в усвоении знаний и обеспечивает благоприятный эмоциональный климат обучения.

В онлайн-формате между обучающимся, преподавателем и обучающей системой должен быть выстроен увлекательный диалог и взаимодействие, что возможно при использовании интерактивных форматов обучения и внедрения элементов геймификации. При проектировании электронного курса, использовании цифровой доски, обучения в режиме *realtime* через VR- и AR-симуляцию и различных платформ обучения встает вопрос об использовании адекватных мотивационных механизмов для выполнения задач обучения. Наличие таких факторов, как неспособность и нежелание обучающихся работать с информацией, общая демотивированность к обучению, зависимость от гаджетов снижает привлекательность электронного обучающего ресурса. В этих условиях геймификация служит ресурсом для сохранения и развития вовлеченности в процесс обучения и активизации участия обучающихся в выполнении практических заданий, участии в дискуссиях на виртуальных форумах и в других учебных коммуникациях.

Геймификация позволяет обучающимся получать новые формы информативной обратной связи, пространство для собственного коллаборативного взаимодействия. Роль преподавателя в данном формате обучения заключается в организации совместной работы и коммуникации с учащимися; постоянной корректировке заданий и учебного контента, что требует серьезных временных затрат и мотивации к этой деятельности.

Цифровая трансформация высшего образования не означает вытеснения очного обучения. "Гибридный", *blended*-формат позволяет заинтересовать обучающегося в выборе индивидуальной траектории своего

обучения и развития. Сторонники междисциплинарного подхода утверждают, что внедрение индивидуальных образовательных траекторий позволит развить критическое мышление обучающихся, повысит мотивацию, предоставит обучающимся возможность контролировать свою деятельность, сформирует чувство ответственности и вовлеченности в образовательный процесс. Данная стратегия означает диверсификацию образования и обеспечения индивидуального подхода к обучающемуся с целью раскрытия потенциала каждого студента. Примерами междисциплинарных взаимодополняющих компетенций могут быть знания в области социологии, городской логистики и маркетинге для работающих в области управления экономикой и планировании территориального развития, навыки программирования для экономистов. Как правило, метапредметные и сетевые программы, реализуемые при участии различных вузов, практиковались в магистратуре, в модульных краткосрочных программах переподготовки и повышения квалификации, где подобная флексибилизация (гибкость) образовательных программ наиболее продуктивна.

Чтобы не превратить образовательное учреждение в электронный каталог учебных курсов, необходимо сформировать осознанный выбор у обучающегося. В связи с этим особенно актуально развитие надпрофессиональных универсальных компетенций (*soft* и *digitalskills*). Навыками цифровой грамотности, владения базовыми подходами к работе с данными в настоящее время должен обладать любой специалист.

Основными методами развития *softskills* являются специальные задания и фоновые тренинги, развивающие определенные личностные компетенции; обучение на опыте других и ментворкинг – изучение моделей успешного поведения. Для специалистов текстильной промышленности необходимо освоение внедрения и использования 3D-печати, цифровых технологий индивидуализации изделий и VR- и AR-технологий, цифровых технологий моделирования, проектирования, формо- и цветообразования текстильных материалов; инфор-

мационных технологий, процессов управления и организации на текстильном производстве и т.п.

Необходимо формирование разумного баланса между теорией и практикой, разработка и презентация учебных курсов в прямом контакте с работодателями. Конкретными мероприятиями в этом плане могут быть мастер-классы, тренинги, деловые игры, работа в командах и мастерских по формированию личного резюме, лидерских качеств, стрессоустойчивости, навыков самопрезентации, эмпатичности и других личностных характеристик, которые невозможно заменить искусственным интеллектом.

## ВЫВОДЫ

Модернизация стратегии и формата образовательных программ обусловлена качественными технологическими изменениями. Новые предметы, формы и методики подачи материалов, коллаборация образовательных платформ, сетевых сервисов и вузовских программ, гибкость и высокая скорость адаптации участников образовательного процесса к информационно-коммуникационным технологиям – наиболее эффективные достижения системы трансформации высшего образования. Ориентация на форсайт-образование требует от вузов постоянного обновления и корректировки образовательных программ. Опережающее образование требует внедрения новых, гибких, "гибридных" образовательных программ, которые подстраиваются под обучающегося и изменения в социально-экономической жизни общества. Коммуникации, критическое мышление и стратегическая командная работа становятся центральными процессами нового образования, инвестиции же в развитие цифровых технологий должны носить постоянный характер. Большое значение должно уделяться социальной адаптации участников образовательного процесса к интерактивной среде, повышению их цифровых навыков, уменьшению цифрового неравенства, что является первоочередной задачей, как в экономическом, так и в социокультурном плане.

1. Билялова Л.Р., Стрыгин А.В. Особенности технологии удаленных занятий в вузах // Финансовый бизнес. – 2020, № 3. С. 3...8.

2. Соловов А.В., Меньшикова А.А. Модели проектирования и функционирования цифровых образовательных сред // Высшее образование в России. – 2021. Т. 30, № 1. С. 144...155.

3. Константинова Д.С., Кудяева М.М. Цифровые компетенции как основа трансформации профессионального образования // Экономика труда. – 2020. Т. 7, № 11. С. 1055...1072.

4. Лобова С. В., Понькина Е.В. Онлайн-курсы: принять нельзя игнорировать // Высшее образование в России. – 2021. Т. 30, №1. С. 23...35.

5. Ларионов В.Г., Шереметьева Е.Н., Барина Е.П. Трансформация терминологии, компетенций и знаний в условиях цифровой экономики // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. – 2019, № 4. С.21...28.

6. Sheremetyeva E.N., Barinova E.P., Zolotova L.V. Innovative Formats of Education in the Transformation of the Digital Economy// Lecture Notes in Net-works and Systems. – 2021, 161 LNNS. P. 249...254.

7. Селедцова И.А., Никонова В.А. Сравнительный анализ ключевых особенностей развития "Индустрии 4.0" в странах Европы, Азии, США и России // Инновации. – 2017, № 11 (229). С. 15...21.

8. Каржанова Н.В., Соколова Е.И., Тарарина Л.И., Адасова Я.Б. К вопросу диагностики рисков высшего образования в контексте дистанционного обучения // Экономические науки. – 2020, № 10. С.82...85.

9. Лившиц И.И. Дистанционный формат обучения: риски и возможности // Стандарты и качество. – 2020, № 10. С. 102...107.

10. Плужникова Н.Н. Цифровизация образования в период пандемии: социальные вызовы и риски // LogosetPraxis. – 2021. Т. 20, № 1. С. 15...22. DOI: <https://doi.org/10.15688/Ip.jvolsu.2021.1.2>

11. Воронина А. А. Трудоправовые аспекты организации дистанционного обучения в вузах // Кадровик. – 2020, № 11. С. 39...44.

12. Минова М.В., Супрунов С.Е., Умарова С. И., Федорова А.В. Об оценке эффективности профессорско-преподавательского состава высшего учебного заведения в кризисных условиях дистанционного обучения // Экономические науки. – 2020, №10. С. 116...119.

13. Маликов А.В., Потапова И.И., Гаврилюк Е.С. Адаптация профессорско-преподавательского состава вузов к вызовам цифровой экономики // Креативная экономика. – 2020. Т. 14, № 6. С. 1011...1020.

14. Берсенева Д.Н., Воронов А.А., Тинякова В.И. Перспективы и возможности роста экспорта образовательных услуг в современном российском образовании // Экономика: теория и практика. – 2019, № 3 (55). С. 20...26.

15. Гибадуллин А.А., Карагодин А.В. Вызовы цифровой экономики в сфере подготовки кадров



// Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2019, № 2 (22). С. 33...42.

16. Днепроvская Н.В. Оценка готовности российского высшего образования к цифровой экономике // Статистика и экономика. – 2018, № 4. С.16...28.

17. Кузина Г.П. Концепция цифровой трансформации классического университета в "цифровой университет" // E-Management. – 2020, №2. С. 89...96.

18. Ефимов В.С., Лаптева А.В. Цифровизация в системе приоритетов развития российских университетов: экспертный взгляд // Университетское управление: практика и анализ. – 2018, № 4 (116). С.52...67.

19. The Digital Competence Framework 2.0 [Электронный ресурс] // The European Commission's science and knowledge service: [сайт]. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework> (дата обращения: 14.11.2021)

20. Баева Л.В. Социальные аспекты цифровизации образования в условиях пандемии: философский анализ // LogosetPraxis. – 2021, Т. 20, №1. С.5...14. DOI: <https://doi.org/10.15688/lp.jvolsu.2021.1.1>

## REFERENCES

1. Bilyalova L.R., Strygin A.V. Osobennosti tekhnologii udalennykh zanyatiy v vuzakh // Finansovyy biznes. – 2020, № 3. С. 3...8.

2. Solovov A.V., Men'shikova A.A. Modeli proektirovaniya i funktsionirovaniya tsifrovyykh sred // Vysshee obrazovanie v Rossii. – 2021. Т. 30, № 1. С.144...155.

3. Konstantinova D.S., Kudaeva M.M. Tsifrovyye kompetentsii kak osnova transformatsii professional'nogo obrazovaniya // Ekonomika truda. – 2020. Т. 7., № 11. С. 1055...1072.

4. Lobova S. V., Pon'kina E.V. Onlayn-kursy: prinyat' nel'zya ignorirovat' // Vysshee obrazovanie v Rossii. – 2021. Т. 30, №1. С. 23...35.

5. Larionov V.G., Sheremet'eva E.N., Barinova E.P. Transformatsiya terminologii, kompetentsiy i znaniy v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki // Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika. – 2019, № 4. С.21...28.

6. Sheremetyeva E.N., Barinova E.P., Zolotova L.V. Innovative Formats of Education in the Transformation of the Digital Economy // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021, 161 LNNS. P. 249...254.

7. Seledtsova I.A., Nikonova V.A. Sravnitel'nyy analiz klyuchevyykh osobennostey razvitiya "Industrii 4.0" v stranakh Evropy, Azii, SShA i Rossii // Innovatsii. – 2017, № 11 (229). С. 15...21.

8. Karzhanova N.V., Sokolova E.I., Tararina L.I., Adasova Ya.B. K voprosu diagnostiki riskov vysshego

obrazovaniya v kontekste distantsionnogo obucheniya // Ekonomicheskie nauki. – 2020, № 10. С.82...85.

9. Livshits I.I. Distantsionnyy format obucheniya: riski i vozmozhnosti // Standarty i kachestvo. – 2020, №10. С. 102...107.

10. Pluzhnikova N.N. Tsifrovizatsiya obrazovaniya v period pandemii: sotsial'nye vyzovy i riski // LogosetPraxis. – 2021. Т. 20, № 1. С. 15...22. DOI: <https://doi.org/10.15688/lp.jvolsu.2021.1.2>

11. Voronina A. A. Trudopravovyye aspekty organizatsii distantsionnogo obucheniya v vuzakh // Kadrovik. – 2020, № 11. С. 39...44.

12. Minova M.V., Suprunov S.E., Umarova S. I., Fedorova A.V. Ob otsenke effektivnosti professorsko-prepodavatel'skogo sostava vysshego uchebnogo zavedeniya v krizisnykh usloviyakh distantsionnogo obucheniya // Ekonomicheskie nauki. – 2020, №10. С.116...119.

13. Malikov A.V., Potapova I.I., Gavrilyuk E.S. Adaptatsiya professorsko-prepodavatel'skogo sostava vuzov k vyzovam tsifrovoy ekonomiki // Kreativnaya ekonomika. – 2020. Т. 14, № 6. С. 1011...1020.

14. Bersenev D.N., Voronov A.A., Tinyakova V.I. Perspektivy i vozmozhnosti rosta eksporta obrazovatel'nykh uslug v sovremennom rossiyskom obrazovanii // Ekonomika: teoriya i praktika. – 2019, № 3 (55). С. 20...26.

15. Gibadullin A.A., Karagodin A.V. Vyzovy tsifrovoy ekonomiki v sfere podgotovki kadrov // Aktual'nye problemy ekonomiki i menedzhmenta. – 2019, № 2 (22). С. 33...42.

16. Dneprovskaya N.V. Otsenka gotovnosti rossiyskogo vysshego obrazovaniya k tsifrovoy ekonomike // Statistika i ekonomika. – 2018, № 4. С.16...28.

17. Kuzina G.P. Kontseptsiya tsifrovoy transformatsii klassicheskogo universiteta v "tsifrovoy universitet" // E-Management. – 2020, №2. С. 89...96.

18. Efimov V.S., Lapteva A.V. Tsifrovizatsiya v sisteme prioritetov razvitiya rossiyskikh universitetov: ekspertnyy vzglyad // Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz. – 2018, № 4 (116). С.52...67.

19. The Digital Competence Framework 2.0 [Электронный ресурс] // The European Commission's science and knowledge service: [сайт]. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework> (дата обращения: 14.11.2021)

20. Baeva L.V. Sotsial'nye aspekty tsifrovizatsii obrazovaniya v usloviyakh pandemii: filosofskiy analiz // LogosetPraxis. – 2021, Т. 20, №1. С.5...14. DOI: <https://doi.org/10.15688/lp.jvolsu.2021.1.1>

Рекомендована кафедрой прикладного менеджмента СГЭУ. Поступила 21.01.22.

## ШЕДЕВР ТЕКСТИЛЬНОГО ИСКУССТВА НАРОДОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ – АЛАЧА

### THE MASTERPIECE OF TEXTILE ART OF THE PEOPLES OF CENTRAL ASIA – ALACHA

Б.П. ТОРЕБАЕВ, К.А. ЖОЛДАСБЕКОВА, М.Ж. ДЖАКИПБЕКОВА,  
Т.С. БУРКИТБАЕВ, П.Т. ИБРАИМОВА, Ж.О. СУЛЕЙМЕНОВА

B.P. TOREBAEV, K.A. JOLDASBEKOVA, M.J. DJAKIPBEKOVA,  
T.S. BURKITBAEV, P.T. IBRAIMOVA, J.O. SULEYMEANOVA

(Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)

(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: b.torebaev@mail.ru

*Статья посвящена описанию одного из народных шедевров Центральной Азии – алаче. В статье изложены краткая история появления полосатой ткани и ее широкое распространение по всему Востоку. Отличие полосы узбекских тканей – алача. Узбекская алача отличается разнообразием привычных для восприятия населения цветосочетаниями. Названы центры производства алачи. Рассмотрен излюбленный рисунок для мужских халатов из алачи в конце XIX в. у кочевых и полуседлых народов среднеазиатского региона. Существование горизонтального ткацкого станка простой формы – ормек или урмак. Выполненные в технике узконовой ткачества, плотные и тяжелые казахские ткани – алаша. Современные казахские дизайнеры в своих коллекциях одежды используют алашу, а также и трансформации ее орнамента в графическом дизайне штор.*

*The article is devoted to the description of one of the folk masterpieces of Central Asia – alacha. The article presents a brief history of the appearance of striped fabric and its widespread distribution throughout the East. The difference between the strips of Uzbek fabrics is alacha. The difference between the Uzbek alacha is the variety of habitual perceptions of the population of color combinations. Alacha production centers. A favorite pattern for men's robes made of alacha at the end of the XIX century among the nomadic and semi-sedentary peoples of the Central Asian region. The existence of a horizontal loom of a simple form - ormek or urmak. Made in the technique of narrow-layer weaving, dense and heavy Kazakh fabrics – alasha. The use of alasha by modern Kazakh designers in their clothing collections and the transformation of its ornament into a graphic design of a curtain.*

**Ключевые слова:** авровая ткань, калами, "суси", "савсан", "бекасам", "пари-пашша", "каракаш", "бестанба", "балта".

**Keywords:** avra fabric, kalami, "sushi", "savsan", "bekasam", "pari-pashsha", "karakash", "bestanbah", "balta".

В народных промыслах Центральной Азии, при всем разнообразии рисунков, есть несколько излюбленных мотивов. Од-

ним из них, несомненно, является полоска. Ее история началась еще задолго до нашей эры. Рисунок "в полоску" появился практи-

чески одновременно с тем, как человек научился изготавливать саму ткань. Вспомним хотя бы знаменитые полосатые паруса древних финикийских торговых кораблей. Таким образом, полоса, являясь первоисточником развития орнамента, стала фундаментом, на основе которого развивалось искусство украшения тканей [1, с. 143].

Полосатые ткани в IX-XIII вв. имели широкое распространение по всему Востоку, но время их появления в Средней Азии неизвестно. Насколько можно судить по описанию Наршахи, в Бухаре X в. вырабатывались гладкие ткани. По всей видимости, популярным орнаментом были полосы на средневековых тканях Средней Азии, так как в миниатюрах этой эпохи изображения одежды из полосатых тканей встречаются очень часто [2, с. 63]. В частности, на одной из них изображена Ширин в подобной одежде, на другой – два знатных человека в полосатых халатах. Узор в полосатых тканях, как и в авровых, создавался цветными нитями основы.

Для более поздней эпохи (XVI-XVII вв.) и особенно XIX в. и до наших дней, является гладкая ткань алача. Один из народных шедевров – пестрая, солнечная ткань – алача имеет продольный орнамент в полоску. Термин алача происходит от тюркского слова "ало" или "ала" – пестрая. Она является, по всей видимости, уменьшительной формой этого слова. Алача, по сравнению с калами, характеризовалась большей плотностью и лучшим качеством, разнообразием полосатых узоров и цветовой гаммы, хотя, несомненно, была родственна ей. Алача является типичной продукцией среднеазиатских мастеров традиционной ткани, где хлопчатобумажная нить в ее основе и утке.

Полоски узбекских тканей – алача – отличаются разнообразием для привычных восприятий населения цветосочетаний. Она бывает двух видов: полушелковые (основа – шелк, уток – хлопчатобумажный) – переплетение репсовое, реже – атласное и сотканное из хлопковой пряжи лучшего качества. Хлопчатобумажная алача контрастных цветов, а также похожее на нее "суси" изготавливались в основном сельскими

ткачами для халатов. Если полосатые узоры из хлопка узкие, пестрые и лучистые, переливающиеся разными цветами, то полосатые полушелковые ткани с широкими полосами зачастую украшает узкий и мелкий абровый орнамент. Хорезмская хлопчатобумажная алача ложила до зеркального блеска, поэтому имела вид плотного шелкового атласа. Тем временем лучшие полосатые ткани изготавливались квалифицированными мастерами, ткачами (алачабами), в Самарканде. Алача из тонкой легкой пряжи полотняным переплетением в Таджикистане имеет очень мягкую структуру и более 100 наборов рисунка.

Узбекская алача вырабатывалась из высококачественной тонкой и ровной пряжи разных расцветок. Ее яркие и разноцветные полосатые узоры так же, как и в других авровых тканях, создаются цветными нитями (темно-синими) основы. Они отличались разнообразием цветосочетаний. По более поздним данным, алача орнаментировалась темными или яркими, интенсивно окрашенными полосами, с темным, обычно синим, утком [3, с. 26]. Общий темный колорит ткани создавался как применением темного утка, так и скупым использованием белого. Во многих центрах вырабатывалась алача с преобладанием сине-красных полос, в Хорезме она приобретала густо-лиловый колорит и по ассоциации называлась "савсан" – как и цветок ириса. Наиболее выразительно смотрелась самая лаконичная, двухцветная алача в широкие красные и широкие красные и синие полосы густой тональности, – она звучала даже несколько торжественно. Чаше узор строился из многоцветных полосок, которые, то сближаясь, то разбегаясь, расширяясь и сужаясь, создавали бесконечное разнообразие ритмических построений [4, с. 54].

Параллельно с термином "алача" в некоторых районах (Маргилане, Ходженте и в той же Бухаре) для полушелковой алачи употреблялся другой термин – "бекасам". Но алача и бекасам отличались друг друга. Они отличались не столько качеством или техникой тканья, сколько расцветкой: узор алачи состоял из более широких полос, бекасам – из узких полос. "Бекасамом" эту

ткань называли жители города Ташкента и Маргелана, а в других областях Центральной Азии она имела чуть иное название – "бекасаб".

Алача так же, как бекасам, имеет многовековую историю. Она вырабатывалась в Средней Азии во всех, без исключения? ткацких районах и везде сложились свои стили орнаментации и расцветки, имелись бесчисленные варианты узоров, представлявших прекрасно найденные сочетания полос разного цвета и ширины. В городах полушелковые ткани производили таджики и узбеки [5, с. 64].

Центрами производства алачи считались такие селения, как Нурата и Ургут Самаркандской области. Их изделия распространялись на большую территорию: от севера – Туркестан (ныне город Казахстана), на юге Мазари Шариф (Афганистан) [6, с.9].

Выдающийся венгерский исследователь Арминий Вамбери (1872 г.) писал: "...после Ташкента более замечательны: Ходжент, имеющий... много фабричных заведений, на которых выделяются алача"... [7, с.190] А. Вамбери, Путешествие по Средней Азии, СПб., 1865 г. До конца XIX в. Ходжента и Бухара вырабатывали ткань алачаи, представлявшую собой переходный вариант, сохраняющий грубоватое качество калами, но с более сложной и насыщенной расцветкой. Во второй половине XIX в. ведущими центрами производства алачи являлись Самарканд, Ургут, Нурата, Ура-Тюбе, Карши, Китаб, пригородные селения Бухары, в конце XIX - начале XX в. разнообразные виды алачи выпускались в мастерских Каратага.

Судя по образцам алачи конца XIX - начала XX в., сохранившимся в музейных собраниях, она имела огромное количество вариантов полосатого узора, свидетельствующих о многовековом развитии этого вида орнаментации у таджиков. Одни из них были распространены повсеместно, другие – лишь в отдельных местностях. Наиболее популярной являлась двухцветная алача в узкую (0,1...0,3 см) полоску, особенно известными ее разновидностями были "пари-пашша" ("крыло мухи"), шедшая в основном на паранджи. Она была се-

рого цвета с синим отливом. Этот оттенок получался благодаря чередованию очень узких синих и белых или синих и голубых полосок.

Излюбленным рисунком для мужских халатов из алачи в конце XIX в. был, так называемый, узор "каракаш" (узб. черно-бровый). Он представлял собой чередования нешироких белых и красных полос с густыми синими, контрастно выделяющимися среди других. Такие чередования послужили основанием для наименования узора [8, с. 28].

Ткани для пол – "алача" производились на южной части современного Узбекистана (Бухара, Китаб, Карши и др.). Под термином "алача" у них имеются ткани двух видов: полушелковые (основа – шелк, уток – хлопчатобумажный) – переплетение репсовое, реже – атласное и сотканное из хлопковой пряжи лучшего качества. Алача из шелка и хлопка с гладкой поверхностью имеет прекрасный вид: переливается и мерцает. Хлопчатобумажная "алача" контрастных цветов, а также похожее на нее "суси" изготавливались в основном сельскими ткачами для халатов.

Хотя для тех и других общим был рисунок в полоску, они отличались друг от друга характером этих рисунков (в хлопчатобумажной алаче они были узкими и пестрыми; в полушелковых, в основном, широкими, часто с узорными вставками, выполненными техникой икат), не говоря уже об их фактуре и колорите. Если полосатые узоры из хлопка узкие, пестрые и лучистые, переливающиеся разными цветами, то полосатые полушелковые ткани с широкими полосами зачастую украшает узкий и мелкий абровый орнамент. Хорезмская хлопчатобумажная алача ложила до зеркального блеска, поэтому имела вид плотного шелкового атласа. Тем временем подобные лучшие полосатые ткани изготавливались специальными квалифицированными мастерами ткачами (алачабофами) в Самарканде и Бухаре. Алача к XX в. в Бухаре стала производиться в более роскошном варианте из чистого шелка, с шелковым же утком. Такая алача шла на мужские халаты местной знати.

Алача, изготовленная из тонкой легкой пряжи полотняным переплетением в Таджикистане имеет очень мягкую структуру и более 100 наборов рисунка. До конца 1920-х годов из кустарной пряжи продолжали ткать алачу в горных районах Таджикистана и в Припамирье. Тем не менее, ее технология изготовления везде в целом сохранялась. Народные мастера Ферганской долины Узбекистана, Гиссарской долины Таджикистана и сегодня готовят разные виды алачи.

Другая хлопчатобумажная полосатая ткань алача по сравнению с калами характеризовалась большей плотностью и лучшим качеством, разнообразием полосатых узоров и цветовой гаммы, хотя, несомненно, была родственна ей. До конца XIX в. выработывали ткань алачаи калами (Бухара, Ходжент), представлявшую собой переходный вариант, сохраняющий грубоватое качество калами, но с более сложной и насыщенной расцветкой.

Этнографы свидетельствуют, что у кочевых и полуоседлых народов среднеазиатского региона существовал горизонтальный ткацкий станок простой формы – ормек или урмак, который употребляли в женском домашнем промысле. Он был разборный, для удобства кочевого образа жизни, складывался почти на уровне пола. На нем ткали шерстяные материи [9, с. 77]. Позже и из хлопка.

Традиционное ткачество по технике выполнения имеет большое сходство с производством ковров. Это объясняется тем, что в ковроткачестве используются аналогичные станки, что и в ткачестве, а также операции перемотки пряжи, трощения, сновки выполняются таким же способом, как в ткачестве. Если более сложными видами ковроткачества являются ворсовые, то к простейшим ковровым тканям относятся некоторые виды безворсовых ковров, так называемые паласы [10, с. 17, 18].

Большое значение в казахском быту имели, выполненные в технике узконавойного ткачества, плотные и тяжелые ткани – алаша. Для одежды они считались непригодными. Состоящие на нескольких пришитых друг к другу тканых полотнищ, ко-

торые обрамлялись неширокой каймой, ими застилался пол, украшались стены жилья. Пожалуй, этот тип паласа самый простой не только по технике ткачества, но и орнаментальной композиции по ритму и расцветке. По всей вероятности, он очень древний у казахов (рис. 1 – плотная и тяжелая казахская ткань – алаша) [11, с. 66].



Рис. 1

Алаша украшалась вертикальными полосами белого, голубого, желтого и коричневого цветов [12, с. 147]. Узор, как и в закладных изделиях геометрический, составленный из крупных уступчатых ромбов, квадратов и других фигур, ритмическими рядами заполняют поле ковра и контрастно выступают на его поверхности в сочетании зелено-голубых и золотисто-желтых расцветок. Часто применяется в декоре алаша "бестаңба" – крестовина (условное изображение четырех сторон света), а также мотив, напоминающий по форме топор – "балта". Подобные ведущие орнаментальные мотивы прекрасно вписываются в одноцветный фон и, по используемой гамме цветов (красная, коричневая, синяя и черная), придают алаше особую праздничную декоративность и монументальную торжественность. Подобные текстильные изделия до недавних времен были широко распространены по всему Казахстану.

Казахские дизайнеры расширили область применения этой традиционной ткани. Как уже говорилось, алаша для одежды считалась непригодной. Однако современные казахские модельеры весьма успешно используют их в своих коллекциях одежды осенне-зимнего сезона (рис. 2 – автор кол-

лекции Бейсбеков Б.). Теперь из алашы шьют не только одежду и текстильные аксессуары, но и широко используют его универсальный орнамент в оформлении интерьера. Он словно существует вне времени и пространства, удачно дополняет и этнический, и современный стили.



Рис. 2

Использование национального орнамента в интерьере современных жилых и общественных зданий расширяется с каждым годом. В рис. 3 представлена разработанная композиция для занавесочной ткани, обусловленная образным решением интерьера. В художественно-колористическом оформлении штор использованы архаические столовые предметы казахского народа на фоне их традиционных орнаментов из алашы, которые соответствует назначению ткани в интерьере (рис. 3 – традиционные узоры алаши в дизайне штор, автор эскиза Торебаев Б.П.).



Рис. 3

1. *Торебаев Б.П.* Классический текстильный рисунок – полоска и ее актуальность в современной моде // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 5. С.123.
2. *Сухарева О.А.* Позднефеодальный город Бухара конца XIX- начала XX века. – Ташкент: Изд-во Академии наук Узбекской ССР, 1962. С.63.
3. *Сухарева О.А.* Художественные ткани. Ташкент: Изд-во Академии наук Узбекской ССР, 1960. С.26.
4. *Фахретдинова Д.А.* Декоративно- прикладное искусство Узбекистана. – Ташкент: Изд-во литературы и искусства им. Г. Гуляма, 1972. С.54.
5. *Сухарева О.А.* Позднефеодальный город Бухара конца XIX- начала XX века. – Ташкент: Изд-во Академии наук Узбекской ССР, 1962. С.64.
6. *Махкамova С.М.* Бекасам. – Ташкент: Изд-во "Фан", 1971. С.9.
7. *Вамбери А.* Путешествие по Средней Азии. – СПб., 1865. С. 190.
8. *Сухарева О.А.* История среднеазиатского костюма. – М.: Изд-во: Наука, 1982. С.28.
9. *Махкамova С.М.* К истории ткачества в Средней Азии // Сб. ст.: Художественная культура Средней Азии IX-XIII веков. – Ташкент: Изд-во литературы и искусства имени Гафура Гуляма, 1983. С.77.
10. *Торебаев Б.П.* Основы дизайна текстильных изделий. – Ташкент: "Tafakkurqanoti", 2013. С.18.
11. *Джанибеков У.* Культура казахского ремесла. – Алма-Ата: Онер, 1982. С. 66.
12. *Маргулан А.Х.* Казахское народное прикладное искусство. Том 1. – Алма-Ата: "Онер", 1986. С.147.

## R E F E R E N C E S

1. *Torebaev B.P.* Klassicheskiy tekstil'nyy risunok – poloska i ee aktual'nost' v sovremennoy mode // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 5. S.123.
2. *Sukhareva O.A.* Pozdnefeodal'nyy gorod Bukhara kontsa XIX- nachala XX veka. – Tashkent: Izd-vo Akademii nauk Uzbekskoy SSR, 1962. S.63.
3. *Sukhareva O.A.* Khudozhestvennyye tkani. Tashkent: Izd-vo Akademii nauk Uzbekskoy SSR, 1960. S.26.
4. *Fakhretdinova D.A.* Dekorativno- prikladnoe iskusstvo Uzbekistana. – Tashkent: Izd-vo literatury i iskusstva im. G. Gulyama, 1972. S.54.
5. *Sukhareva O.A.* Pozdnefeodal'nyy gorod Bukhara kontsa XIX- nachala XX veka. – Tashkent: Izd-vo Akademii nauk Uzbekskoy SSR, 1962. S.64.
6. *Makhkamova S.M.* Bekasam. – Tashkent: Izd-vo "Fan", 1971. S.9.
7. *Vamberi A.* Puteshestvie po Sredney Azii. – SPb., 1865. S. 190.
8. *Sukhareva O.A.* Istoriya sredneaziatskogo kostyuma. – M.: Izd-vo: Nauka, 1982. S.28.

9. Makhkamova S.M. K istorii tkachestva v Sredney Azii // Sb. st.: Khudozhestvennaya kul'tura Sredney Azii IX-XIII vekov. – Tashkent: Izd-vo literatury i iskusstva imeni Gafura Gulyama, 1983. S.77.

10. Torebaev B.P. Osnovy dizayna tekstil'nykh izdeliy. – Tashkent: "Tafakkurqanoti", 2013. S.18.

11. Dzhanibekov U. Kul'tura kazakhskogo remesla. – Alma-Ata: Oner, 1982. S. 66.

12. Margulan A.Kh. Kazakhskoe narodnoe prikladnoe iskusstvo. Tom 1. – Alma-Ata: "Oner", 1986. S.147.

Поступила 21.01.22.

УДК 330.131.52:620.91

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_335

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАНСПОРТИРОВКИ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

### EFFICIENCY OF TRANSPORTATION OF TEXTILE PRODUCTS BY RAILWAY

А.А. ДЕМЕСИНОВА, А.Б. АЙДАРОВА, Г.Т. АПСЕНБЕТОВА,  
Г.Е. МАУЛЕНКУЛОВА, К.К. МАМУТОВА

A.A. DEMESINOVA, A.B. AIDAROVA, G.T. APSENBETOVA,  
G.E. MAULENKULOVA, K.K. MAMUTOVA

(Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Республика Казахстан)

(M.Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: d.aziza\_1960@mail.ru

*Текстильная промышленность – одна из важнейших отраслей экономики любой страны мира. Ее продукция широко используется как в повседневной жизни каждого человека, так и на любом промышленном предприятии. В условиях усложнения связей между субъектами производства и реализации текстильной продукции возросла роль и значение логистики, в том числе транспортной.*

*В статье дается анализ развития текстильной отрасли в пяти главных регионах: Восточная Азия, Южная Азия, СНГ, Зарубежная Европа и США. Выделены основные проблемы производителей текстильной продукции, в числе которых рассматриваются недостатки используемых видов транспорта. Раскрываются преимущества использования железнодорожного транспорта ввиду его экологичности, возможности перевозки им грузов на большие расстояния, а также его экономичности, то есть относительно низкая стоимость оказания транспортных услуг. Для снижения железнодорожных тарифов и негативного влияния на окружающую среду предлагается более широко использовать альтернативные виды топлива и энергию, вырабатываемую возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ).*

*Целью исследования явились анализ эффективности транспортной логистики в текстильной промышленности и предложение мер по ее повышению. В научных исследованиях были использованы статистико-экономический, абстрактно-логический, монографический и другие методы изучения экономических явлений.*

*The textile industry is one of the most important sectors of the economy of any country in the world. Its products are widely used both in the daily life of every person and in any industrial enterprise. In the context of the complication of relations between the subjects of production and sale of textile products, the role and importance of logistics, including transport, has increased.*

*The article analyzes the development of the textile industry in five main regions: East Asia, South Asia, CIS, Foreign Europe and the United States. The main problems of manufacturers of textile products are highlighted, among which the disadvantages of the used modes of transport are considered. The advantages of using railway transport are revealed due to its environmental friendliness, the possibility of transporting goods over long distances, as well as its efficiency, i.e. relatively low cost of providing transport services. To reduce railway tariffs and negative impact on the environment, it is proposed to use more widely alternative fuels and energy generated by renewable energy sources (RES).*

*The aim of the study was to analyze the efficiency of transport logistics in the textile industry and propose measures to improve it. In scientific research, statistical-economic, abstract-logical, monographic and other methods of studying economic phenomena were used.*

**Ключевые слова:** текстильная промышленность, рынок продукции, факторы производства, сбытовая политика, логистические тренды, энергоэффективность перевозок, железнодорожный транспорт, альтернативная энергетика.

**Keywords:** textile industry, product market, factors of production, sales policy, logistics trends, energy efficiency of transportation, railway transport, alternative energy.

### *Введение*

Сегодня трудно представить себе мир без текстиля. Текстильную промышленность часто называют одной из самых длинных и самых сложных промышленных цепей. В ее состав входит большое количество подсекторов, которые своей деятельностью охватывают весь производственный цикл, начиная с производства сырья (например, искусственных волокон), через промежуточные продукты (например, пряжу и ткань), заканчивая конечными продуктами, такими как: ковры, одежда и текстильные изделия промышленного назначения [1].

Как показал анализ развития данной отрасли, текстильная промышленность, как и другая отрасль экономики, переживает в настоящее время период спада производства и реализации продукции, причиной которых явился, в первую очередь, COVID-19. Одним из факторов, влияющих на развитие

текстильной отрасли, является сбыт продукции с его транспортными расходами. В качестве эффективного транспорта, позволяющего решить данную проблему, рассматривается железнодорожный транспорт. В мире пока не получило широкую популярность использование на железнодорожном транспорте альтернативных видов топлива и энергии, вырабатываемой ВИЭ, которые позволили бы, в первую очередь, снизить затраты на перевозку, во-вторых, уменьшить выбросы в окружающую среду.

Целью и задачами исследования явились анализ эффективности перевозок грузов железнодорожным транспортом в текстильной промышленности и предложение мер по ее повышению.

### *Методы исследования*

В научных исследованиях были использованы статистико-экономический, абстрактно-логический, монографический и



другие методы познания экономических явлений.

#### *Результаты и обсуждение*

В настоящее время в текстильной промышленности в зависимости от используемого в процессе производства сырья различают хлопчатобумажную, шерстяную, шелковую, льняную подотрасли и производство нетканых материалов (искусственных волокон).

На протяжении многих лет главной отраслью текстильной промышленности мира оставалась хлопчатобумажная, за ней следовали шерстяная, льняная и переработка искусственных волокон. В настоящее время в мировом производстве тканей существенно возросла доля химических волокон, уменьшилась доля хлопка, шерсти и особенно льна. В экономике развивающихся стран основными видами текстильного сырья являются хлопок, шерсть, натуральный шелк, хотя удельный вес изделий из химических волокон за последнее время сильно возрос. Сегодня структура текстильной промышленности представляется следующим образом: хлопчатобумажная – 67%, производство химических волокон – 20%, шерстяная – 10%, льняная – 1,6%, другие – 1,4%.

Текстильная промышленность в настоящее время получает ускоренное развитие в развивающихся странах [2]. Сегодня в мировой текстильной промышленности сформировались пять главных регионов: Восточная Азия, Южная Азия, СНГ, Зарубежная Европа и США. Главным регионом текстильной промышленности в мире стала Азия, производящая сегодня около 70% общего количества тканей, более половины производства хлопчатобумажных и шерстяных тканей.

Основными производителями хлопчатобумажных тканей являются Китай (30% мирового производства), Индия (10%), США, Россия, Бразилия, Италия, Япония, Тайвань, Германия, Франция. Ведущими изготовителями шерсти и шерстяных тканей являются Австралия, Новая Зеландия и Китай.

И в производстве наиболее дорогих шелковых тканей, при абсолютном лидерст-

ве США (свыше 50%), также очень велика доля азиатских стран, особенно Индии, Китая и Японии (более 40%).

Значительно сократилось производство льняных тканей. В большом количестве их выпускают только в России и в странах Западной Европы (во Франции, Бельгии, Нидерландах, Великобритании).

Развитые страны мира (особенно США, Италия, Япония, ФРГ, Франция) при сокращении их доли в производстве хлопчатобумажных и шерстяных тканей продолжают оставаться крупнейшими производителями трикотажа, тканей из химических волокон (синтетических и смесовых). Хотя и в этих видах текстильной продукции их роль неуклонно падает за счет организации производства в развивающихся странах (Индия, Китай, Республика Корея, Тайвань и др.).

Как и во всех отраслях мировой экономики, предприятия отраслей текстильной промышленности сталкиваются в своей текущей деятельности с рядом проблем, вызванных распространением коронавируса [3]. COVID-19 нарушает торговые цепочки, страны вынуждены вводить повышенные меры безопасности при прохождении грузов через границы, приостановка производств ведет к сокращению поставок потребительских и производственных товаров. В настоящее время среди основных проблем производителей текстильной продукции выделяются следующие:

1) уменьшение спроса на внутреннем и внешнем рынках на большую часть продукции (не считая производимой в медицинских целях);

2) временные простои в производстве в связи с карантинными мерами;

3) прекращение и/или задержки в поставках сырья и комплектующих изделиях, используемых в производстве текстильной продукции. К тому же введение и ужесточение санитарных проверок при перевозке транзитных грузов приводит к задержке транспортировки, что, в свою очередь, приводит к простоям производства;

4) снижение объема продаж и соответственно доходов предприятий приводит к затовариванию продукции, нехватке оборотных средств и трудностям с выплатой

заработной платы, налогов и платежей по кредитам;

5) сложности в реализации инвестиционных проектов;

б) трудности с транспортировкой готовой продукции, сырья, полуфабрикатов при экспорте. Многие предприятия данной отрасли сталкиваются с проблемами экспорта продукции из-за увеличения стоимости и сроков поставки.

Кризис вызвал нестабильность грузопотоков, связанную с изменениями спроса, приостановкой производств и введенных ограничений. В связи с этим правительства государств и международные организации должны выбрать в качестве важнейшего приоритета поддержку непрерывности и прочности цепочек поставок.

К основным мировым логистическим тенденциям можно отнести.

1. Сокращение грузопотока в мировом и национальных масштабах. Причины понятны: закрытие границ стран, массовое закрытие торговых точек, рост курса доллара, изоляция населения, снижение спроса и покупательной способности, а также состояние страха и неопределенности у потребителей. Многие фабрики и заводы по всему миру закрыты на карантин ~ перевозить становится нечего и некому.

2. Отсутствие простых, понятных правил игры в условиях карантина для представителей логистического рынка.

Однако имеется положительный пример стран Азии, где пик эпидемии пройден и грузопоток из стран в Европу начинает восстанавливаться [4]. Например, 90% производств Китая – основного производителя и поставщика текстильной продукции восстановили свою работу и уже отправляют грузы.

В Китае пострадали все виды перевозок: авиационные, морские, железнодорожные, автомобильные. Были расстроены привычные мультимодальные схемы. Логистическим компаниям пришлось срочно искать альтернативу "разрушенным" звеньям: например, заменять автомобильные перевозки внутри провинций железнодорожными. В условиях эпидемии железнодорожный транспорт стал основным видом транспорта в перевозках [5]. Именно поездами стала пере-

мещаться значительная часть противоэпидемических и медицинских грузов Китая.

Отдавать предпочтение железнодорожному транспорту – означает способствовать снижению выбросов парниковых газов и предотвращению глобального изменения климата [6].

Во Франции почти 80% поездов ходят на электрической тяге. Поскольку в структуре энергогенерации страны доля ископаемого топлива с высокой эмиссией CO<sub>2</sub> низка, железнодорожный транспорт выбрасывает гораздо меньше отходов в атмосферу, чем автомобильный или воздушный транспорт.

Из 31% выбросов, связанных с транспортом, менее 1% приходится на железнодорожный транспорт, однако только 10% пассажирских и грузовых перевозок приходится на железную дорогу. Железные дороги загрязняют воздух меньше, чем другие виды транспорта [7]. Во Франции, где доля выбросов мелких частиц составляет всего 3,2%, а выбросов оксидов азота – 1,9%, железнодорожный транспорт является самым экологически чистым транспортом, значительно опережающим автомобильный транспорт, который является источником почти 90% загрязнений воздуха.

Использование альтернативных видов топлива и энергии для железнодорожных локомотивов обеспечивает им дополнительную мощность, устойчивость, а перевозимым грузам – оптимальный уровень безопасности при транспортировке [8]. Это, бесспорно, влияет на объемы грузоперевозок, ускоряет процессы погрузки, а также оказывает минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

Водород – альтернативный вид топлива для железнодорожного транспорта. Локомотив на водороде на протяжении своего жизненного цикла (от выпуска до утилизации с учетом ремонтов) будет на 5...7% дешевле, чем на традиционном топливе – дизеле или газе, считает руководство российской компании "Синара-Транспортные машины" [9].

Электрификация железнодорожного транспорта – наиболее эффективный способ улучшить экологическую обстановку в

мире. Но при этом необходимо учитывать и экономическую основу – электрификация многих локомотивов, участков железных дорог и станций потребует больших инвестиций. Альтернативой для дизельных поездов, которые ходят на неэлектрифицированных участках, мировые производители рассматривают аккумуляторы и водородные источники. Такие программы в Европе часто инвестируются со стороны государства. Немецкая компания Siemens участвует в развитии данных инновационных технологий. Создание силовых установок на альтернативных видах топлива – тренд последних лет. Энергия, вырабатываемая альтернативными источниками энергии, может в перспективе конкурировать с традиционными видами топлива для железнодорожного транспорта. К ней можно отнести энергию, получаемую с использованием солнечной энергии, ветра, отходов животноводства и растениеводства, а также отходов текстильной промышленности.

Одним из альтернативных видов топлива для железнодорожного транспорта является газ [10]. Преимущество газа – в его дешевизне, сжать газ от его газообразного состояния сегодня возможно в 600 раз. Но процесс сдерживает проблема хранения, так как необходимо поддерживать сверхнизкие температуры. Но с каждым годом накопители дешевеют в цене.

## ВЫВОДЫ

Для дальнейшего развития текстильной промышленности предлагается принятие следующих мер.

1. В сбытовой политике предприятий текстильной промышленности использовать в качестве одного из эффективных средств доставки продукции железнодорожный транспорт. В целях снижения тарифов перевозок грузов и охраны природной среды использовать альтернативные виды топлива и энергию, вырабатываемую возобновляемыми источниками энергии. Необходимо создать эффективные логистические системы, использующие современные виды транспорта и гибкие методы управления передвижением грузов.

2. Необходимо развивать рынок текстильной продукции с учетом всех факторов, влияющих на него, в том числе COVID-19.

3. Установить более гибкие цены на текстильную продукцию для повышения спроса на нее.

4. В производстве продукции текстильной промышленности необходимо использовать новейшие технологии, обеспечивающие экономию сырья и материалов, а также энергии.

5. В коммуникационной политике необходимо установить тесную связь и поддержку всех субъектов, участвующих в производстве и реализации текстильной продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Текстильная промышленность и ткани [Электронный ресурс]. URL: <https://www.products.rsc.eu/ru/k/%>

2. Текстильная промышленность [Электронный ресурс]. URL: <https://geographyofrussia.com/tekstilnaya-promyshlennost/>

3. Текстильный сектор в прицеле пандемии [Электронный ресурс]. URL: <https://review.uz/post/tekstilny-sektor-v-pricele-pandemii>

4. 7 Июля 2020, Транзитные железнодорожные перевозки по маршруту Китай-Европа выросли за время пандемии [Электронный ресурс]. URL: [https://www.utlc.com/smi/tranzitnyy-zheleznodorozhnye-perevozki-po-marshrutu-kitay-evropa-vyrosli-za-vremya-pandemii/?PAGEN\\_2=2](https://www.utlc.com/smi/tranzitnyy-zheleznodorozhnye-perevozki-po-marshrutu-kitay-evropa-vyrosli-za-vremya-pandemii/?PAGEN_2=2)

5. Логистические тренды 2020-2021 года: влияние пандемии COVID-19 на перевозки [Электронный ресурс]. URL: <https://www.retail.ru/articles/logisticheskie-trendy-2020-2021-goda-vliyanie-pandemii-covid-19-na-perevozki/>

6. Железные дороги и экология [Электронный ресурс]. URL: <https://baikalrail.interfax.ru/ecology.php>

7. Преимущества железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. URL: <https://index1520.com/analytics/preimushchestva-zheleznodorozhnogo-transporta>

8. Цели стратегического развития // Платформа энергетических исследований БРИКС. Обзор энергетики стран БРИКС. 2020. С. 121...122.

9. Водородные локомотивы могут быть дешевле дизельных [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vcdomosti.ru/business/articles/2021/09/09/88603-8-vodorodnie-lokomotivi>

10. Курс на декарбонизацию на транспорте: инновации, проблемы и риски [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/comments/kurs-na-dekarbonizatsiyu-na-transporte-innovatsii-problemy-i-riski/>

## REFERENCES

1. Tekstil'naya promyshlennost' i tkani [Elektronnyy resurs]. URL: <https://www.products.pcc.eu/ru/k/%>
  2. Tekstil'naya promyshlennost' [Elektronnyy resurs]. URL: <https://geographyofrussia.com/tekstilnaya-promyshlennost/>
  3. Tekstil'nyy sektor v pritsele pandemii [Elektronnyy resurs]. URL: <https://review.uz/post/tekstilnyy-sektor-v-pricele-pandemii>
  4. 7 Iyulya 2020, Tranzitnye zheleznodorozhnye perevozki po marshrutu Kitay-Evropa vyrosli za vremya pandemii [Elektronnyy resurs]. URL: [https://www.utlc.com/smi/tranzitnyy-zheleznodorozhnye-perevozki-po-marshrutu-kitay-evropa-vyrosli-za-vremya-pandemii/?PAGEN\\_2=2](https://www.utlc.com/smi/tranzitnyy-zheleznodorozhnye-perevozki-po-marshrutu-kitay-evropa-vyrosli-za-vremya-pandemii/?PAGEN_2=2)
  5. Logisticheskie trendy 2020-2021 goda: vliyaniye pandemii COVID-19 na perevozki [Elektronnyy resurs]. URL: <https://www.retail.ru/articles/logisticheskie-trendy-2020-2021-goda-vliyaniye-pandemii-covid-19-na-perevozki/>
  6. Zheleznye dorogi i ekologiya [Elektronnyy resurs]. URL: <https://baikalrail.interfax.ru/ecology.php>
  7. Preimushchestva zheleznodorozhnogo transporta [Elektronnyy resurs]. URL: <https://index1520.com/analytics/preimushchestva-zheleznodorozhnogo-transporta>
  8. Tseli strategicheskogo razvitiya // Platforma energeticheskikh issledovaniy BRIKS. Obzor energetiki stran BRIKS. 2020. S. 121...122.
  9. Vodorodnye lokomotivy mogut byt' deshevle dizel'nykh [Elektronnyy resurs]. URL: <https://www.vcdomosti.ru/business/articles/2021/09/09/886038-vodorodnye-lokomotivi>
  10. Kurs na dekarbonizatsiyu na transporte: innovatsii, problemy i riski [Elektronnyy resurs]. URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/comments/kurs-na-dekarbonizatsiyu-na-transporte-innovatsii-problemy-i-riski/>
- Поступила 21.01.22.

УДК 612.75

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_340

## STUDY OF FOOT MORPHOLOGICAL CHANGE OF MONGOLIAN CHILDREN

### ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ СТОПЫ У МОНГОЛЬСКИХ ДЕТЕЙ

*B. BATDULAM, L. UDVAL, B. TSATSRAL*

*Б. БАТДУЛАМ, Л. УДВАЛ, Б. ТСАТСПАЛ*

**(School of Industrial Technology of University of Science and Technology, Mongolia)**

**(Школа промышленной технологии университета науки и технологии, Монголия)**

Email: batdulat\_b@must.edu.mn; udval\_lodoi@must.edu.mn; tsatsralbyambadorj@gmail.com

*In modern days, countries around the world vary economically and socially however the footwear designs have become more similar. There are no common standards, principals, and rules yet The leading footwear manufacturing countries, including Czech, Germany, and Italy are considering footwear designs extensively, which is the daily wear of the human needs, most strategically footwear of children in their growing age. However, in Mongolia, no certain standard of children footwear, lack of studies of measurement, and morphological researches about children's foot development in the recent decade. Besides, Mongolian adult's foot measurement study results show that Mongolian children are wearing unfitting shoes from their young age, which distorts the foot shape.*

*Therefore, the research aims to fill this gap and study the growth and morphological change of Mongolian children, who are the future of the country, by taking a plantogram (foot pattern picture) of 6-18 years old children and determining foot arch index and angle of the bunion in the foot.*

*В наши дни страны по всему миру различаются в экономическом и социальном отношении, однако дизайн обуви стал более похожим. Пока нет единых стандартов, принципов и правил. Ведущие страны-производители обуви, включая Чехию, Германию и Италию, широко рассматривают дизайн обуви, которая является повседневной, отвечающей человеческим потребностям, и наиболее стратегически важной для детей, учитывая их растущий организм. Однако в Монголии нет определенного стандарта детской обуви, отсутствуют исследования по измерениям и морфологическим исследованиям развития детской стопы в последнее десятилетие. Кроме того, результаты исследования стопы взрослых в Монголии показывают, что монгольские дети с раннего возраста носят неподходящую обувь, что искажает форму стопы.*

*Таким образом, исследование направлено на восполнение этого пробела и изучение роста и морфологических изменений монгольских детей, которые являются будущим страны, путем создания плантограммы (изображения рисунка стопы) детей 6...18 лет и определения индекса свода стопы и угла плоскостопия.*

**Keywords: foot morphology, children, shoe last, footwear, foot length, foot arch, curviness, foot dimensions.**

**Ключевые слова: морфология стопы, дети, обувная колодка, обувь, длина стопы, свод стопы, извилистость, размеры стопы.**

Plantogram is a foot pattern picture which is one of the popular method to show important foot dimension parameters including, the shape of the foot, foot axis, angle of bunion in the foot, and foot arch index. Foot dimension parameters are useful variables for determining foot morphological change and foot pattern information. Two types of the arch can be determined, lengthwise and crosswise, from foot pattern.

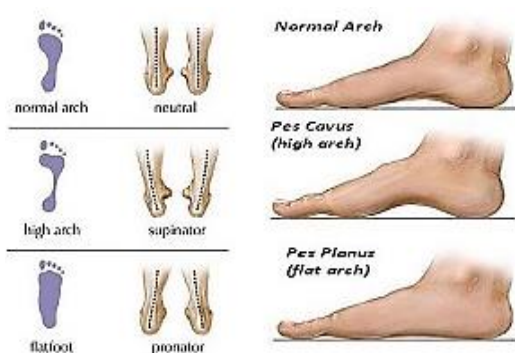


Fig 1

School-age children's foot pattern results show that number of children with a flat arch is higher than with normal arch in the first five years. When age is higher, this number is get-

ting lower, and the number of children with a normal foot arch gets high. The types of foot arches, for instance, per cavus - high arch and pes planus - flat arch, are most known terms in medical science (Fig. 1).

Bunion in the foot, in medical terms - hallux valgus, is increasing among young children in recent years (Fig. 2). This deformity of foot features tends to increase when children get older. Recent studies show that unfitting shoes are the main cause of bunion in the foot.



Fig 2

Therefore, this paper aims to determine the distribution of Mongolian children's foot morphological change and angle of the bunion in the foot during growth age by plantogram (foot pattern picture) of 6-18 years old children.

Plantogram is a foot pattern picture which is one of the popular method to show important foot dimension parameters including, the shape of the foot, foot axis, angle of bunion in the foot, and foot arch index. Foot dimension parameters are useful variables for determining foot morphological change and foot pattern information. Two types of the arch can be morphological change and angle of the bunion in

the foot during growth age by plantogram (foot pattern picture) of 6-18 years old children.

#### Sample Size

Sample data is collected from general education school students, both male and female, aged between 6-18 in urban and rural areas by measuring foot morphology and taking plantogram. The sample is divided into three groups by age group (Table 1).

Table 1

Age group	Age	Number of samples		Total sample	Percentage
		Male	Female		
Elementary school	6-	432	403	835	41.4%
	10				
Secondary school	11-	349	323	672	33.3%
	14				
High school	15-	236	275	511	25.3%
	18				
Total		1017	1001	2018	100%

Bauerfeind AG's equipment was used for taking plantograms, which is qualified all international standards and requirements, and the plantogram pictures were taken by using oil paint.



Fig. 3

Total 2018 plantogram were taken and foot arch index are determined by each picture. The Sztirter-Godunov classification method is used for foot arch index interpretation.

From data processing of total 2018 plantogram, the main three variables, needed for determining angle of bunion, are defined. The three variables are:

1. Foot length
2. Fore foot length
3. Fore foot width

The angle of bunion in the foot is measured from each plantogram. The classification of hal-

lux valgus is classified by Chentsov's method.

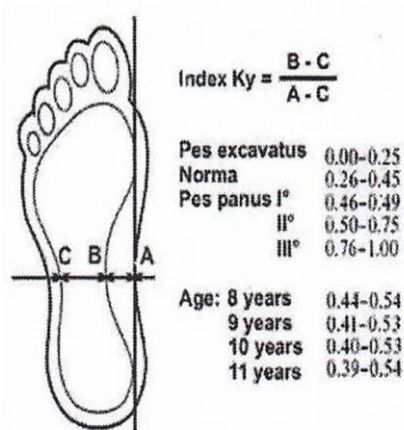


Fig. 4



Fig. 5

#### Results

**The foot arch index:** Two types of foot arch index can be determined, lengthwise and crosswise, and we determined crosswise arch index.

The children's foot arch indexes, coefficient /k/, measured from plantogram and the results are classified as: 0.00-0.25 high arch foot (type I), 0.26-0.45 normal foot (type II), 0.45-0.49 slightly flattening foot - Level I (type III), 0.50- 0.75 flattening foot -Level II (type IV), and 0.476-1.00 flat foot - Level III (Type V) shown below by Table 2.

Table 2

Foot arch types	Sample Size		Total	Percentage
	Male	Female		
High arch foot, n (%)	38 (3.7)	67 (6.7)	105	5.2%
Normal foot, n (%)	352 (34.6)	461 (46.1)	813	40.3%
Slightly flattening foot / Level I/, n (%)	155 (15.2)	132 (13.2)	287	14.2%
Flattening foot / Level II/, n (%)	423 (41.6)	304 (30.4)	727	36.0%
Flat foot /Level III /, n(%)	49 (4.8)	37 (3.7)	86	4.3%
Total, n (%)	1017	1001	2018	100.0%

3.37% of the boys have high arch foot, 34.61% normal foot, 15.24% slightly flattening foot, and 56.84% have flattening and flat foot. For girls, the indexes are more normal 6.7% have high arch foot, almost half of them, 46.05%, have normal foot, 13.19% have slightly flattening foot, and flattening and flat foot girls are more than 20% lower than boys, 34.07% (figure 6).

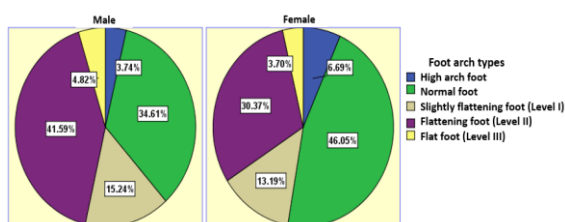


Fig. 6

The plantogram measurement results of 6-18-year-old general education school students, 1017 boys, and 1001 girls, the total percentage of high arch foot and normal footed girls are 52.8%, contrary, the percentage of boys is lower than 14%, 38.2%. From this result, we can say that the deformity issue is higher in boys compared to girls.

6-10 years old girls have the lowest share of the high arch foot, 5.5%, and 15-18 years old girls have the highest share, 8.4%. For boys highest share of a high arch foot is 11-14, 5.2%, and 6-10 has the lowest, 2.1%. In elementary school students, the high arch index is lower and, higher in middle and high school students. For boys, the share of high arch foot and the normal foot is lower than girls' share, which indicates the foot deformity occurs more for boys than girls (Table 3).

Table 3

Foot arch types		Elementary school (6-10)		Middle school (11-14)		High School (15-18)	
		Male	Female	Male	Female	Male	Female
I High arch foot	105	9 (2.1)	22 (5.5)	18 (5.2)	22 (6.8)	11 (4.7)	23 (8.4)
II Normal foot	813	134 (31.0)	176 (43.7)	133 (38.1)	154 (47.7)	85 (36.0)	131 (47.6)
III Slightly flattening foot	287	53 (12.3)	59 (14.6)	61 (17.5)	38 (11.8)	41 (17.4)	35 (12.7)
IV Flattening foot	727	202 (46.8)	127 (31.5)	128 (36.7)	96 (29.7)	93 (39.4)	81 (29.5)
V Flat foot	86	34 (7.9)	19 (4.7)	9 (2.6)	13 (4.0)	6 (2.5)	5 (1.8)
Total	2018	432	403	349	323	236	275

Type IV - flattening foot number is higher among boys compared to girls. On the other hand, percentage of normal foot girls are higher boys, in each age group. For both girls

and boys, during its growth age, comparison between the high arch foot (type I) and flat foot (type V), the flattening foot (type IV) growth trend observed (figure 7).

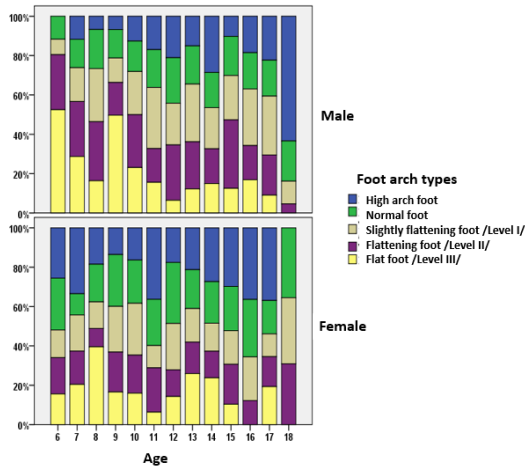


Fig. 7

**Angle of bunion in the foot:** In the table 4, the angle of bunion shown by gender. The result of the research shows that, 16.5% of girls' bunion angle is medium and 3.5% have high angles. Whereas, 11.1% of boys have medium angle and 2.3% has high angle. We can say that girls' bunion angles are higher than boys'.

Table 4

Classification	Frequency		Result
	Female, n (%)	Male, n (%)	
Straight or Low angle (-10°...+10°)	801 (80.0)	881 (86.6)	83.3%
Medium angle (-11°...+15°)	165 (16.5)	113 (11.1)	13.8%
Higher angle (+16°<)	35 (3.5)	23 (2.3)	2.9%
Total	1001	1017	100

The bunion angle for girls are increasing as they are growing older. For instance, figure 9 illustrates that average angle degrees are:

- Elementary school girls - 5.65°
- Secondary schools - 6.74°
- High school girls - 7.53°

Comparing same age group girls and boys bunion angle, girls have medium angle bunion is much higher from boys (besides only 6 years old).

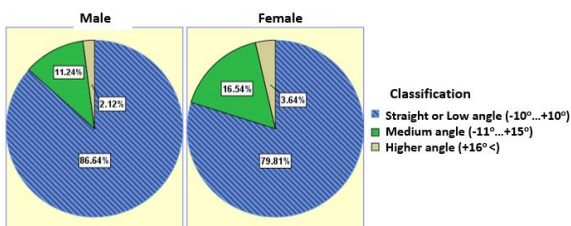


Fig. 8

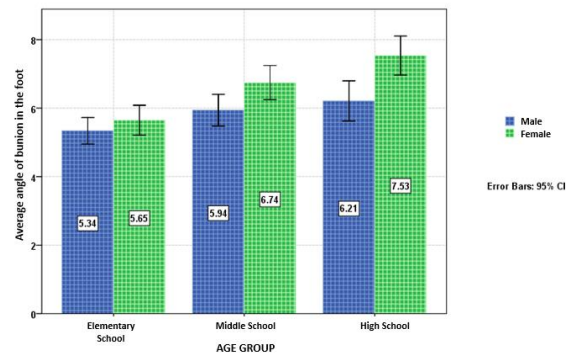


Fig. 9

Figure 10 illustrates the distribution of the angle of the bunion in the foot of both girls and boys, age 6-18. The girls' results are much higher than boys, age between 8 and 17.

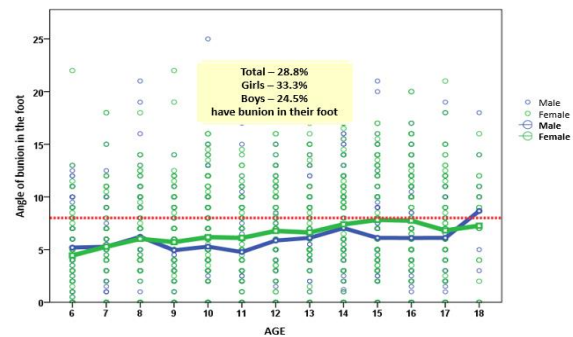


Fig. 10

## CONCLUSION

As a conclusion, we can say the gender difference is affecting foot pattern change. The foot length change is more on boys, on the other hand, foot width change is high on girls. The research reveals that the children's cross-wise angle of foot arch development and change dependent from the age and gender of the child. Age can be a prediction variable to know the arch angle since children getting older, foot arch distribution is lowering.

From the result of our study, 28.8% of 6-18 years old 2018 children, 33.3% and 24.5%, girls and boys respectively, have hallux valgus, in other words, angle of the higher bunion in their feet (Higher than 8° degrees). There is no common description of a healthy, straight, or lower angle of the bunion. Studies use different levels of angles to describe this. For instance, some study says 8° degrees and other says 10° degrees, even 15° degrees.



## REFERENCES

1. BSI (1990) Body measurements of boys and girls from birth up to 16.9 years. Part 1. London, UK, British Standards Institute.
2. *Cheng F.T., Peng D.B.* (1999) A systematic approach for developing a foot size information system for shoe last design. *International Journal of Industrial Ergonomics*. – 25:171-85.
3. *Cheskin M.P., Sherkin K.J., Bates B.T.* (1987) Construction of athletic footwear. *The Complete Handbook of Athletic Footwear*, New York, Fairchild Publications: 121-72.
4. Clarks, Ltd. Training Department (1976) Manual of shoemaking, second ed. Training Department Clarks, UK.
5. DIN (1981) Body dimensions of people. Berlin, Germany, Deutches Institut fur Normung e. V. (German Standards Institute).
6. *Feng J.* (2002) Footwear fit modeling and evaluation. Mater thesis, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong.
7. *Gould N.* (1982) Shoes and shoe modifications. In: M. Jahss (Ed). *Disorders of the Foot*. Philadelphia; WB Saunders Co. 2:1745-82
8. *Janisse D.J.* (1992) The art and science of fitting shoes. *Foot Ankle*. – 13(5):257- 62
9. *Pheasant S.T.* (1986) *Body space: Anthropometric ergonomics & design*, London, UK, Taylor & Francis.
10. *Steenbekkers L.P.A.* (1993) Child development, design implications and accident prevention,. Delft. The Netherlands; TU Delft (Delft University of Technology).
11. *Snyder R.G., Schneider L.W., Owings C.L., Reynolds H.M., Golomb D.H., Schork M.A.* (1977) Anthropometry of infants, children and youths to age 18 for product safety design, Bathesda, Maryland, Consumer Product Safety Commission.
12. *Venkatappaiah B.* (1997) Introduction to the Modern Footwear Technology, Footwear Science and Engineering (Rtd) Central Leather Research Institute, Chennai.
13. *Volpon J.B.* (1994) Footprint analysis during the growth period. *J Pediatr Orthop*, 14(1):83-85.
2. *Cheng F.T., Perng D.B.* Системный подход к разработке информационной системы о размере стопы для дизайнера обуви // *Международный журнал промышленной эргономики*. – 1999, 25: 171-85.
3. *Ческин М.П., Шеркин К.Дж., Бейтс Б.Т.* Конструирование спортивной обуви. Полный справочник по спортивной обуви, Нью-Йорк, Fairchild Publications. – 1987, 121-72.
4. Clarks, Ltd. Учебный отдел (1976) Руководство по изготовлению обуви, второе изд. Учебный отдел Кларкс, Великобритания.
5. DIN (1981) Размеры тела человека. Берлин, Германия. Deutches Institut fur Normung e. V. (1 немецкий институт стандартов).
6. *Feng J.* (2002) Моделирование и оценка подгонки обуви. Дипломная работа. Гонконгский университет науки и технологий, Гонконг.
7. *Гулд И.И.* (1982) Обувь и модификации обуви. В: М. Jahss (Ed). *Заболевания стопы*. Филадельфия; WB Saunders Co. 2: 1745-82.
8. *Janisse D.J.* (1992) Искусство и наука подгонки обуви. Голеностопный сустав, 13 (5): 257-62.
9. *Фазан С.Т.* (1986) *Пространство тела: антропометрическая эргономика и дизайн*, Лондон, Великобритания, Тейлор и Фрэнсис.
10. *Steenbckkers L.P.A.* (1993) Развитие ребенка, значение дизайнера и предотвращение несчастных случаев. Делфт. Нидерланды; TU Delft (Делфтский технологический университет).
11. *Снайдер Р.Г., Шнайдер Л.В., Оуингс К.Л., Рейнольдс Х.М., Голомб Д.Х., Шорк М.А.* (1977) Антропометрия младенцев, детей и подростков в возрасте до 18 лет для проектирования безопасности продукции. – Батесда, Мэриленд, Комиссия по безопасности потребительских товаров.
12. *Venkatappaiah B.* (1997) Введение в современные технологии обуви, Обувная наука и инженерия (Rtd), Центральный научно-исследовательский институт кожи. Ченнаи.
13. *Волной Дж.Б.* Анализ экологического следа в период роста // *Журнал Педиатр Оргон*. – 1994, 14(1): 83-85.

Поступила 21.01.22.

## ЛИТЕРАТУРА

1. BSI (1990) Размеры тела мальчиков и девочек от рождения до 16,9 лет. Часть 1. – Лондон, Великобритания, Британский институт стандартов.

## КЛАСТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

### CLUSTER TECHNOLOGIES IN THE TEXTILE INDUSTRY OF RUSSIA

*Р.С. ГОЛОВ, Л.А. КОСТЫГОВА*

*R.S GOLOV, L.A. KOSTYGOVA*

(Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет))

(Moscow Aviation Institute (National Research University))

Email: roman\_golov@rambler.ru; kostmisis@yandex.ru

*В статье рассмотрены вопросы формирования и функционирования кластеров в текстильной промышленности.*

*Охарактеризована сложившаяся ситуация в отрасли. Выявлено, что приоритетным направлением развития следует считать ориентацию на синтетическое сырье, производство которого необходимо интегрировать с деятельностью химических компаний и швейным производством, а также концентрацию на выпуск изделий для широкого круга отраслей. Установлено, что поставленные задачи наиболее полно могут быть решены в рамках кластеров.*

*В результате исследования проанализирована зарубежная практика функционирования кластеров: опыт индийского кластера, (г. Сурат, штат Гуджарат, Индия), стамбульского кластера, интегрирующего цепочки создания стоимости от производства текстиля до выпуска швейных изделий с собственными брендами; французского кластера текстильных и гибких материалов Techtera, использующего нанотехнологии и производящего технический текстиль (г. Лион, Франция); китайского текстильного кластера, ориентированного на полную цепочку производства продукта (провинция Аньхой, г. Шеньчжень) и др. Успешный международный опыт создания и функционирования текстильных кластеров позволяет считать их перспективным направлением развития российской промышленности.*

*Установлено, что, несмотря на наблюдавшееся до недавнего времени отставание, в настоящее время в России происходит активный рост кластеров в производстве текстиля. Они представлены Ивановским, Вологодским, Ярославским, Волгоградским текстильными кластерами, Межрегиональным льняным кластером, а также рядом кластеров по производству композитов.*

*Полученные результаты дают основание утверждать, что в России создается широкая кластерная сеть текстильных производств, развитие которой происходит одновременно с формированием кластеров, потребляющих текстиль, что в свою очередь приводит к межкластерному взаимодействию, формированию основы для реализации требований Индустрии 4.0, появлению киберфизических систем в производстве, его обслуживании и удовлетворении человеческих потребностей.*

*The article deals with the problems of formation and functioning of clusters in textile industry.*

*The current situation in the industry is characterized. It is revealed that the focus on synthetic raw materials, the production of which must be integrated with the activities of chemical companies and clothing production, as well as concentration on the production of products for a wide range of industries, should be considered a priority direction of development. It is established that the tasks set can be most fully solved within clusters.*

*As a result of the study, the foreign practice of cluster functioning was analyzed: the experience of the Indian cluster (Surat, Gujarat, India), the Istanbul cluster integrating value chains from textile production to the production of garments with its own brands; the French cluster of textile and flexible materials Techtera, using nanotechnology and producing technical textiles (Lyon, France); the Chinese textile cluster focused on the full chain of product production (Anhui Province, Shenzhen), etc. Successful international experience in the creation and functioning of textile clusters allows us to consider them a promising direction for the development of Russian industry.*

*It has been established that despite the lag observed recently, there is currently an active growth of clusters in textile production in Russia. They are represented by Ivanovo, Vologda, Yaroslavl, Volgograd textile clusters, Interregional linen cluster, as well as a number of clusters for the production of composites.*

*The obtained results give grounds to assert that a wide cluster network of textile industries is being created in Russia, the development of which occurs simultaneously with the formation of clusters consuming textiles, which in turn leads to inter-cluster interaction, the formation of the basis for implementing the requirements of Industry 4.0, the emergence of cyber-physical systems in production, its maintenance and satisfaction of human needs.*

**Ключевые слова:** текстильные кластеры, межкластерное взаимодействие, Индустрия 4.0.

**Keywords:** textile clusters, inter-cluster interaction, Industry 4.0.

Концепция развития легкой промышленности России до 2025 г. предусматривает создание "...устойчиво развивающейся легкой промышленности...", основанной на естественных конкурентных преимуществах страны и создающей высокую добавленную стоимость"[1].

Анализ потенциальных возможностей российской легкой промышленности показывает, что они заключаются в обеспеченности собственным сырьем производства современных синтетических текстильных материалов, так как объемы натурального сырья в России ограничены природными условиями [1], [4], [5]. Имея такой потенциал, российская легкая промышленность ориентируется на расширение выпуска син-

тетических и искусственных волокон. Обеспечение роста производства этих материалов позволит не только удовлетворить отечественные потребности, но и организовать в будущем их экспорт.

Для успешного решения поставленных задач необходимо:

- сориентировать массовое производство текстиля на синтетическое сырье;
- осуществить интеграцию производства синтетических материалов с химическими компаниями и текстильными предприятиями;
- развивать выпуск технических тканей и нетканых материалов с использованием кластерных технологий;

- увеличить выпуск защитных и технологических тканей для строительства, медицины, сельского хозяйства и других отраслей;

- расширять экспорт синтетических и искусственных текстильных материалов.

*Поддержка конкурентоспособных сегментов.* Исходя из необходимости импортозамещения в легкой промышленности, развитие текстильного производства следует считать одним из первоочередных и необходимых направлений совершенствования отрасли.

Стратегия отрасли базируется на "поддержке конкурентоспособных сегментов", таких как производство потребительских и промышленных изделий из синтетического текстиля (химические волокна и нити, различные виды спецодежды, утеплителей, фурнитуры и др.) [1]. Развитие данных сегментов требует создания сквозных промышленных цепочек, обеспечивающих постоянные, длительные связи поставщиков сырья и производителей конечных продуктов. Такой подход может быть реализован на основе кластерных технологий, которые позволяют осуществить скоростную разработку и внедрение инновационных продуктов в области производства высокотехнологичного текстиля и изделий из него.

*Кластерные технологии.* Кластерные технологии нашли широкое применение в

зарубежной практике. Положительный опыт использования кластеров в легкой промышленности имеется в Индии, Франции, Швейцарии, Австрии, Италии, Швеции, Дании, Финляндии, Китае и других странах [1], [4...6]. Примерами эффективного функционирования текстильных кластеров могут служить [1], [4...6]:

- кластер, ориентирующийся на текстильную, нефтегазовую, химическую промышленность (г. Сурат, штат Гуджарат, Индия);

- стамбульский интегрированный кластер, который содержит цепочки создания стоимости от производства текстиля до создания швейных изделий с собственными брендами;

- кластер текстильных и гибких материалов Techtera, широко использующий инновации, в том числе нанотехнологии для производства технического текстиля, который пользуется спросом в авиации, автомобилестроении, железнодорожном транспорте (г. Лион, Франция);

- китайские текстильные кластеры, горизонтальные, вертикальные, сориентированные на полную цепочку производства продукта (провинция Аньхой, г. Шеньчжень).

В табл. 1 приведена краткая характеристика ряда зарубежных кластеров текстильной промышленности.

Т а б л и ц а 1

Кластер	Местоположение кластера	Краткая характеристика
71 текстильный кластер на основе технопарка текстильных инноваций, в том числе кластер текстильных и гибких материалов Techtera	Франция, Кластер Techtera (г. Лион)	Приходится до 70% выпускаемых во Франции текстильных материалов; занимает 2-е место в стране по инновационной деятельности: 130 резидентов, в том числе 30 университетов, профильных школ и лабораторий, 8 крупных промышленных групп, 70 малых и средних предприятий. Обеспечивает 10 тыс. рабочих мест. В состав кластера входят компании: Zodiac Aerospace, Porcher Industries, Gibaud, SKF и др. С 2005 по 2017 гг. привлеченные средства в проекты составили 510 млн. евро.
Кластер текстильной промышленности	г. Сурат, штат Гуджарат, Индия	В кластере 700 тыс. ткацких станков, 10 тыс. участников, в том числе 25 вертикально интегрированных компаний, малых и средних предприятий, потребляющих синтетические волокна нефтехимического комплекса. Кластер производит 12 % экспорта страны, 2 млн. метров ткани в день

Миланский кластер моды "Кластер малого бизнеса"	г. Милан, Италия	Объем продаж 13 млрд. евро, численность 80 тыс. человек. В состав входит 13 тыс. компаний (в основном малый бизнес) текстильной, швейной, обувной отраслей и выпуск аксессуаров
Стамбульский интегрированный кластер (Istanbul Fashion and Textile Cluster)	Г. Стамбул, Турция	Интегрированные производства, ориентированные на экспорт (от производства текстиля до выпуска швейных изделий собственных брендов). Годовой объем производства 25 млрд. евро, численность 200 тыс. человек. В состав входит 9 тыс. компаний
Китайские текстильные кластеры	провинция Аньхой, г. Шеньчжень, Китай	В кластеры объединены предприятия, которые производят и продают аналогичные продукты (горизонтальные), или включают предприятия, находящиеся на различных стадиях формирования цепочки создания продукта (вертикальные) (провинция Аньхой). "Один продукт – один город" – полная продуктовая линия создания качественного продукта вплоть до пошива одежды с развитием сопутствующих производств (г. Шеньчжень и прилегающие малые города)

Примечание: Источник: составлено на основе [1], [2], [4...7].

Специалисты отмечают, что, основываясь на положительной международной практике создания и функционирования кластеров в текстильной промышленности, использование кластерных механизмов следует считать перспективным направлением развития производства текстиля в России [1...8].

В России, еще в 2008 г., было принято решение о создании текстильных кластеров на территориях Ивановской, Ярославской,

Костромской, Волгоградской и Вологодской областей России. Однако к 2011г. по оценке специалистов полноценно функционировал только Вологодский кластер [5]. Несмотря на такое отставание, в настоящее время в российской легкой промышленности наблюдается активный рост кластерных структур по производству текстиля (табл. 2 – характеристика действующих и формирующихся кластеров текстильной промышленности России).

Таблица 2

Кластер	Местоположение кластера	Краткая характеристика
Ивановский текстильный кластер	г. Иваново	В Ивановский кластер входят: - предприятия, выпускающие различные х/б ткани (несколько крупных и пул средних и малых предприятий, обеспечивающих 2/3 мощности страны в натуральной продукции). "ТДЛ-текстиль", "Мануфактура Балина" и ХБК "Шуйские ситцы" – участники межрегионального кластера, ориентированного на выращивание и переработку льна; - новый комплекс производства полиэтилентерефталата (ПЭТФ) текстильного назначения; - предприятия выпускающие инновационные синтетические и искусственные ткани
Вологодский текстильный кластер	г. Вологда	Правительство Вологодской области и АФК "Система" подписали стратегическое соглашение о создании на базе Вологодского текстильного комбината и технопарка, научных и учебных учреждений инновационного производства текстиля, предусматривающего разработку дизайна, пошив спец. одежды (для армии, медицины, железнодорожников и др. категорий работников). Товары из ситца, хлопка и льна предполагается реализовывать с использованием крупных торговых сетей и интернет-площадок

		Создание льняного комплекса Вологодской области базируется на межотраслевой и межтерриториальной кооперации, вовлечении в нее 27 хозяйств первичной переработки и 10 льнозаводов, осуществлении ряда проектов по переработке короткого льняного волокна
Ярославский текстильный кластер	г. Ярославль	Сетевой креативный кластер. Ведущее предприятие – текстильная фабрика "Фабрика "Корд". Продукция: хлопчатобумажная и смесовая пряжа, комбинированные нити, ткани технического назначения. Потребители: резинотехническая, автомобильная, шинная, угольная, металлургическая, электротехническая, сельскохозяйственная промышленности
Межрегиональный льняной кластер		Снижение сырьевой зависимости предприятий Ивановской, Тверской, Калужской, Владимирской, Новгородской, Костромской областей. Создание замкнутой производственной линии по выращиванию, переработке льна, пошиву и реализации готовых изделий. Производство из льна современных композитных материалов, в том числе для авиастроения
Волгоградский текстильный кластер	г. Волгоград	Успешные эксперименты по выращиванию хлопка позволяют планировать, что будет выращиваться на площади 10 тысяч гектаров, обеспечивая урожай в 25 тыс. т/год хлопка. Это позволит снизить импорт и затраты на производство ткани. "Камышинский текстиль" – ведущее предприятие кластера мощностью 16 тыс. т/год сырья. Обеспечит полный цикл "от переработки сырья до продажи готовых швейных изделий"

Примечание: Источник: составлено авторами на основе [9...18].

Особо следует рассмотреть вопрос об использовании кластерных технологий при производстве такого инновационного продукта, как тканые и нетканые композитные материалы, потребности в которых постоянно растут. Основа композитов – нити и волокна, или нетканые полотна, которые придают композитам уникальные свойства. Как было показано в исследовании авторов [19], применение кластерных технологий позволяет решить большой комплекс проблем, возникающих при их производстве. Сегодня в России функционируют: Композитный кластер Санкт-Петербурга, Московский композитный кластер, "АКОТЕК" Кластер композитных и керамических технологий, Композитный кластер Смоленской области, Кластер "Алтайполикомполит", Межрегиональный промышленный кластер "Композиты без границ", формируется ряд других кластеров. Можно утверждать, что в России создается сеть композиционных кластеров, следующая задача – переход к новому межрегиональному уровню их функционирования.

В результате выполненного анализа можно утверждать, что в настоящее время

в России создается довольно широкая кластерная сеть текстильных производств. Внедрение кластерных технологий позволяет создать единое кластерное пространство для участников кластера, что:

- обеспечивает ускоренное взаимодействие резидентов кластера с целью разработок и внедрения инноваций;
- формирует маркетингово-логистические взаимосвязи в кластере;
- позволяет осуществить оптимальный выбор поставщиков и консолидацию закупок и мощностей;
- снижает издержки резидентов кластера;
- способствует развитию малого и среднего бизнеса;
- позволяет сформировать структуры, обеспечивающие техническую, научную, финансовую, имущественную, консультационную, юридическую и другие виды поддержки резидентов кластера.

Изучение выявленных направлений развития кластерных технологий в текстильной промышленности свидетельствует о том, что в настоящее время используются различные варианты организации кластеров [2]:

- кластер полного цикла, ориентированный на производство и переработку сырья, изготовление и реализацию готовых продуктов. Такой подход требует межрегионального взаимодействия и обеспечивает техническую, научную, логистическую и другие виды поддержки производства;

- средний кластер, специализирующийся на выпуске отдельных видов продуктов (локализация производства текстиля, одежды, обуви, кожгалантереи);

- малый кластер, осуществляющий отдельные операции (производство и переработку сырья, или выпуск и реализацию готовой продукции). Обычно такого вида кластеры не обладают всеми необходимыми факторами и ориентированы на использование местных специфических ресурсов (сырье, трудовые ресурсы и т.п.). Они позволяют обеспечить местное сообщество необходимыми товарами, использовать его преимущества, создать дополнительные рабочие места.

В зависимости от конкретных условий целесообразнее использовать тот или иной рассмотренный вариант или их сочетание. При этом следует обратить особое внимание на необходимость межкластерной поддержки, которая позволяет перевести взаимодействие экономических субъектов на более высокий качественный уровень и предусматривает:

- интеграцию локальных кластеров на межрегиональной основе, компенсирует отсутствие на местном уровне отдельных факторов;

- возможность наиболее полно реализовать принцип "тройной спирали", предполагающий взаимодействие бизнеса, науки, государства, общества;

- создание общего виртуального цифрового пространства;

- возможность более полной реализации "круговой" экономики. Одни производства вырабатывают отходы, другие – их используют. В результате возможен их промышленный симбиоз, наиболее полно резервы которого раскрываются в кластерах при внутри- и межкластерном общении.

На примере формирования межрегионального льняного кластера можно проиллюстрировать результаты межкластерного взаимодействия. К 2022 г. должно быть сформировано "...2500 рабочих мест в сельском хозяйстве, легкой промышленности, производство продукции из российского сырья составит 8 млрд. руб./год; объем экспорта – 5 млрд. руб./год; импортозамещение – более 1 млрд. руб./год. Межрегиональные связи планируется установить с Алтайским краем, Брянской, Вологодской, Новгородской, Омской, Тверской, Смоленской, Ярославской областями..." [14].

Следует обратить внимание на следующие факты:

- в настоящее время имеется возможность преодоления отставания в использовании кластерных технологий в отечественной текстильной промышленности;

- развитие текстильных кластеров происходит одновременно с формированием кластеров, потребляющих текстиль. Это кластеры легкой промышленности в Ульяновской, Орловской, Кировской областях, Санкт-Петербургский кластер легкой промышленности, Байкальский кластер легкой промышленности и др. [20...29]. Их одновременное ускоренное развитие требует межкластерного взаимодействия. В результате появляется возможность создания разветвленной кластерной сети в легкой промышленности, что позволит значительно повысить организационный, технический, логистический, маркетинговый уровень как текстильной, так и всей легкой промышленности;

- в настоящее время как в текстильной, так и во всей легкой промышленности создается основа для реализации требований Индустрии 4.0. В связи с этим следует особое внимание обратить на ускоренное формирование локальных экосистем в текстильных кластерах и общей экосистемы легкой промышленности. Это станет базой для появления киберфизических систем в производстве, его обслуживании и удовлетворении человеческих потребностей.

## ВЫВОДЫ

В результате выполненного исследования было установлено, что:

- внедрение кластерных технологий позволит решить основные задачи развития отрасли;

- межкластерное общение создает разветвленную сеть предприятий легкой промышленности, позволяет согласовать и активизировать их совместные действия;

- формирование локальных экосистем в текстильных кластерах и общей экосистемы легкой промышленности обеспечивает ускоренную цифровизацию отрасли, появление киберфизических систем в производстве, его обслуживании и удовлетворении человеческих потребностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция развития легкой промышленности. Рабочий вариант 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ivgpu.com/images/docs/nauka/dokumenty/prezentatsiya-strategii-razvitiya-legprom.pdf> (дата обращения 10.12.21)

2. Стратегия развития легкой промышленности РФ на период до 2025 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minprom.government-pnov.ru/?id=101183> (дата обращения 10.12.21)

3. Бурденко Е.В. Определение кластера легкой промышленности: методы, факторы // Дизайн и технологии. – 2017, № 59 (101). С. 88...94.

4. О выгодах и перспективных направлениях развития кластеров в отрасли легкой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://textilexp.ru/novosti/361-o-vygodakh-i-perspektivnykh-napravleniyakh-razvitiya-klasterov-v-otrasli-legkoj-promyshlennosti> (дата обращения 12.12.21)

5. Жаркова Н.Н. Кластерная модель развития легкой промышленности // Российское предпринимательство. – 2011, №11 (2). С. 110...116.

6. Ксенофонтова О.Л. Опыт зарубежных стран по созданию и функционированию кластеров: модельный подход // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2015, №2 (42). С. 36...42.

7. Шерешева М.Ю., Савельев И.И., Башарин С.М. Кластерное развитие текстильного производства как основа эффективности экономики территорий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/331699863\\_Cluster\\_development\\_in\\_textile\\_industry\\_as\\_a\\_base\\_for\\_territorial\\_economic\\_efficiency](https://www.researchgate.net/publication/331699863_Cluster_development_in_textile_industry_as_a_base_for_territorial_economic_efficiency) (дата обращения 20.12.21)

8. Боровских Н.В. Кластерная модель развития легкой промышленности региона // Проблемы экономики и менеджмента. – 2016, № 7 (59). С. 29...32.

9. В Вологодской области построят кластер легкой и текстильной промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ruslegprom.ru/novosti/v-vologde-sozdadut-krupnejshij-tekstilnyj-klaster-v-rossii/> (дата обращения 15.12.21)

10. В Вологодской области построят кластер легкой и текстильной промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.fashionnetwork.com/news/v-vologodskoy-oblasti-postroyat-klaster-legkoy-i-tekstilnoy-promyshlennosti,1331046.html> (дата обращения 17.12.21)

11. Волгоградский текстильный кластер поднимут ультраскороспелым сортом хлопчатника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rodgorvlg.ru/volgogradskii-tekstilnyi-klaster-podnimut-ultraskorospelym-sortom-hlopchatnika.html> (дата обращения 12.12.21)

12. В Волгоградской области развивается текстильный кластер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://volgograd.bezformata.com/listnews/volgogradskoj-oblasti-razvivaetsya/40529297/> (дата обращения 18.12.21)

13. В Ивановской области будет еще один текстильный кластер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ivgpu.com/news/novosti-nauki/22-news/novosti-tekstilnogo-instituta/625-tekstilnyj-klaster-v-iv-obl> (дата обращения 27.12.21)

14. Еще один текстильно-промышленный кластер формируется в Ивановской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cluster.hse.ru/news/210653055.html> (дата обращения 25.12.21)

15. Текстильный кластер России: внимание инновационным продуктам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://t-parki.ru/stati/365-tekstilnyj-klaster-rossii-vnimanie-innovacionnyim-produktam.html> (дата обращения 20.12.21)

16. Петрухин А.Б., Дмитриев Ю.А., Лачинина Т.А. Инновационный кластер и технологическая платформа в концепции формирования конкурентоспособной текстильной промышленности (на примере Ивановской области) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://tp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2019/05/378\\_3.pdf](https://tp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2019/05/378_3.pdf) (дата обращения 12.12.21)

17. Льняной путь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zebra-tv.ru/novosti/biznes/lnya-noy-put/> (дата обращения 12.12.21)

18. Корд фабрика технических тканей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kord.biz/index.php/ru/> (дата обращения 25.12.21)

19. Голов Р.С., Костыгова Л.А. Перспективы использования кластерного подхода в производстве композитных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, №6. С.30...36.

20. Кластер легкой промышленности "Легкопром-73" создан в регионе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ulpravda.ru/rubrics/economics/klaster-legkoi-promyshlennosti-legkoprom73-sozdan-v-regione> (дата обращения 12.12.21)



21. В Якутии создают кластер легкой промышленности. Местные предприятия получают новые меры поддержки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yakutia.info/article/201861> (дата обращения 17.12.21)

22. В Санкт-Петербурге планируют создать кластер легкой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://profashion.ru/> (дата обращения 19.12.21)

23. Кластер легкой промышленности Иркутской области оказывает содействие в установлении контактов с предприятиями для выполнения заказов на изготовление и пошив одежды, текстиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://legprom38.ru> (дата обращения 23.12.21)

24. На платформе Московского инновационного кластера завершено более 300 сделок в сфере легкой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mos.ru/news/item/88919073/> (дата обращения 23.12.21)

25. Московский инновационный кластер запустил направление "легкая промышленность" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://i.moscow/news/single/1d3730c94b644ff7b9f4f7d3fbd07647> (дата обращения 23.12.21)

26. Обозначены цели и задачи развития кластера легкой промышленности и кластера пищевой промышленности Кировской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--43-9cdulgg0aog6b.xn--plai/news/oboznacheny-celi-i-zadachi-razvitiya-klastera-legkoj-promyshlennosti-i-klastera-pishevoj-promyshlennosti-kirovskoj-oblasti> (дата обращения 25.12.21)

27. Кластер легкой промышленности объединяет предприятия Орловской области, специализирующиеся на производстве текстильных изделий, трикотажных изделий, одежды, чулочно-носочных изделий и изделий из кожи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://legprom57.ru> (дата обращения 24.12.21)

28. Об утверждении Стратегии развития кластера легкой промышленности на территории Орловской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/570729630> (дата обращения 24.12.21)

29. Стратегия развития кластера легкой промышленности Нижегородской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/465569531> (дата обращения 25.12.21)

## REFERENCES

1. Kontseptsiya razvitiya legkoj promyshlennosti. Rabochiy variant 2017 g. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ivgpu.com/images/docs/nauka/dokumenty/prezentatsiya-strategii-razvitiya-leg-prom.pdf> (data obrashcheniya 10.12.21)

2. Strategiya razvitiya legkoj promyshlennosti RF na period do 2025 g. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://minprom.government-nnov.ru/?id=101183> (data obrashcheniya 10.12.21)

3. Burdenko E.V. Opredelenie klastera legkoj promyshlennosti: metody, faktory // Dizayn i tehnologii. – 2017, № 59 (101). S. 88...94.

4. O vygodakh i perspektivnykh napravleniyakh razvitiya klasterov v otrasli legkoj promyshlennosti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://textilexpo.ru/novosti/361-o-vygodakh-i-perspektivnykh-napravleniyakh-razvitiya-klasterov-v-otrasli-legkoj-promyshlennosti> (data obrashcheniya 12.12.21)

5. Zharkova N.N. Klasteraya model' razvitiya legkoj promyshlennosti // Rossiyskoe predprinimatel'stvo. – 2011, №11 (2). S. 110...116.

6. Ksenofontova O.L. Opyt zarubezhnykh stran po sozdaniyu i funktsionirovaniyu klasterov: model'nyy podkhod // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie. – 2015, №2 (42). S. 36...42.

7. Sheresheva M.Yu., Savel'ev I.I., Basharin S.M. Klasternoe razvitie tekstil'nogo proizvodstva kak osnova effektivnosti ekonomiki territoriy [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: [https://www.researchgate.net/publication/331699863\\_Cluster\\_development\\_in\\_textile\\_industry\\_as\\_a\\_base\\_for\\_territorial\\_economic\\_efficiency](https://www.researchgate.net/publication/331699863_Cluster_development_in_textile_industry_as_a_base_for_territorial_economic_efficiency) (data obrashcheniya 20.12.21)

8. Borovskikh N.V. Klasteraya model' razvitiya legkoj promyshlennosti regiona // Problemy ekonomiki i menedzhmenta. – 2016, № 7 (59). S. 29...32.

9. V Vologodskoy oblasti postroyat klaster legkoj i tekstil'noy promyshlennosti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.ruslegprom.ru/novosti/vologde-sozdadut-krupnejshij-tekstilnyj-klaster-v-rossii/> (data obrashcheniya 15.12.21)

10. V Vologodskoy oblasti postroyat klaster legkoj i tekstil'noy promyshlennosti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ru.fashionnetwork.com/news/vologodskoy-oblasti-postroyat-klaster-legkoj-i-tekstilnoy-promyshlennosti,1331046.html> (data obrashcheniya 17.12.21)

11. Volgogradskiy tekstil'nyy klaster podnimut ul'traskorospelym sortom khlopchatnika [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://rodgor-vlg.ru/volgogradskii-tekstilnyi-klaster-podnimut-ultraskorospelym-sortom-hlopchatnika.html> (data obrashcheniya 12.12.21)

12. V Volgogradskoy oblasti razvivaetsya tekstil'nyy klaster [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://volgograd.bezformata.com/listnews/volgogradskoy-oblasti-razvivaetsya/40529297/> (data obrashcheniya 18.12.21)

13. V Ivanovskoy oblasti budet eshche odin tekstil'nyy klaster [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ivgpu.com/news/novosti-nauki/22-news/novosti-tekstilnogo-instituta/625-tekstilnyj-klaster-v-iv-obl> (data obrashcheniya 27.12.21)

14. Eshche odin tekstil'no-promyshlennyy klaster formiruetsya v Ivanovskoy oblasti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://cluster.hse.ru/news/210653055.html> (data obrashcheniya 25.12.21)

15. Tekstil'nyy klaster Rossii: vnimanie innovatsionnykh produktam [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://t-parki.ru/stati/365-tekstilnyj-klaster->

rossii-vnimanie-innovacionnyim-produktam.html (data obrashcheniya 20.12.21)

16. Petrukhin A.B., Dmitriev Yu.A., Lachinina T.A. Innovatsionnyy klaster i tekhnologicheskaya platforma v kontseptsii formirovaniya konkurentosposobnoy tekstil'noy promyshlennosti (na primere Ivanovskoy oblasti) [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: [https://tftp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2019/05/378\\_3.pdf](https://tftp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2019/05/378_3.pdf) (data obrashcheniya 12.12.21)

17. L'nyanoy put' [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://zebra-tv.ru/novosti/biznes/lnyanoy-put/> (data obrashcheniya 12.12.21)

18. Kord fabrika tekhnicheskikh tkaney [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.kord.biz/index.php/ru/> (data obrashcheniya 25.12.21)

19. Golov R.S., Kostygova L.A. Perspektivy ispol'zovaniya klasterного podkhoda v proizvodstve kompozitnykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2021, №6. S.30...36.

20. Klaster legkoy promyshlennosti "Legkoprom-73" sozdan v regione [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://ulpravda.ru/rubrics/economics/klaster-legkoi-promyshlennosti-legkoprom73-sozdan-v-regione> (data obrashcheniya 12.12.21)

21. V Yakutii sozdayut klaster legkoy promyshlennosti. Mestnye predpriyatiya poluchat novye mery podderzhki [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://yakutia.info/article/201861> (data obrashcheniya 17.12.21)

22. V Sankt-Peterburge planiruyut sozdat' klaster legkoy promyshlennosti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://profashion.ru/> (data obrashcheniya 19.12.21)

23. Klaster legkoy promyshlennosti Irkutskoy oblasti okazyvaet sodeystvie v ustanovlenii kontaktov s predpriyatiyami dlya vypolneniya zakazov na izgotovlenie i poshiv odezhd, tekstilya [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://legprom38.ru> (data obrashcheniya 23.12.21)

24. Na platforme Moskovskogo innovatsionnogo klastera zaversheno bolee 300 sdelok v sfere legkoy promyshlennosti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.mos.ru/news/item/88919073/> (data obrashcheniya 23.12.21)

25. Moskovskiy innovatsionnyy klaster zapustil napravlenie "legkaya promyshlennost'" [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://i.moscow/news/single/1d3730c94b644ff7b9f4f7d3fbd07647> (data obrashcheniya 23.12.21)

26. Oboznacheny tseli i zadachi razvitiya klastera legkoy promyshlennosti i klastera pishchevoy promyshlennosti Kirovskoy oblasti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://xn--43-9cdulgg0aog6b.xn--p1ai/news/oboznacheny-celi-i-zadachi-razvitiya-klastera-legkoj-promyshlennosti-i-klastera-pishevoj-promyshlennosti-kirovskoj-oblasti> (data obrashcheniya 25.12.21)

27. Klaster legkoy promyshlennosti ob"edinyaet predpriyatiya Orlovskoy oblasti, spetsializiruyushchiesya na proizvodstve tekstil'nykh izdeliy, trikotazhnykh izdeliy, odezhd, chulochno-nosochnykh izdeliy i izdeliy iz kozhi [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://legprom57.ru> (data obrashcheniya 24.12.21)

28. Ob utverzhdenii Strategii razvitiya klastera legkoy promyshlennosti na territorii Orlovskoy oblasti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.cntd.ru/document/570729630> (data obrashcheniya 24.12.21)

29. Strategiya razvitiya klastera legkoy promyshlennosti Nizhegorodskoy oblasti [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://docs.cntd.ru/document/465569531> (data obrashcheniya 25.12.21)

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга высокотехнологичных отраслей промышленности. Поступила 09.02.22.

СОДЕРЖАНИЕ

**Экономика управления и организация производства**

<i>Никитина Л.Н., Осипова Э.Н., Флягина Т.А.</i> Экономико-математическое моделирование в принятии оптимальных управленческих решений. Показатель индикативности .....	5
<i>Нефедова Л.В., Шальмиева Д.Б., Пришляк Е.А.</i> Подходы к формированию ценовой политики предприятий легкой промышленности в условиях неопределенности .....	12
<i>Сабирханова С.С., Битлиси Б.И., Каирбикизи Е.Г.</i> Сравнительный анализ рынка ведущих стран мира и Казахстана по производству текстильных материалов, используемых в обувной промышленности .....	18
<i>Абдикеримова Г.И., Куланова Д.А., Умбеталиев Н.А., Бигельдиева З.А., Садыкбекова А.А.</i> Кожевенное производство: последствия пандемии и технологические тренды .....	23
<i>Абдикеримова Г.И., Есболова А.Е., Куланова Д.А., Мергенбаева А.Т., Даурбаева М.У.</i> Проблемы и перспективы развития кожевенной отрасли Казахстана .....	28
<i>Айдаров Т.А., Умбиталиев А.Д., Куашибай С., Кожамкулова И.Е., Турсынкулова З.М.</i> Текстильная промышленность в новых реалиях: последствия пандемии, мировой опыт и дальнейшее развитие в Казахстане .....	33
<i>Иващенко Н.С., Зернова Л.Е., Мишаков В.Ю., Оленева О.С., Ордынец А.А.</i> Бизнес-экосистема как форма ведения бизнеса: виды, принципы партнерства и направления развития в текстильной промышленности .....	38
<i>Невмержицкая О.Н., Морозова Т.Ф.</i> Концептуальные основы управления кадровыми рисками при реализации функций стратегического планирования .....	42
<i>Радько С.Г., Пришляк Е.А., Пурыскина В.А.</i> Развитие трудового потенциала как основа принятия кадровых решений на предприятиях текстильной промышленности .....	51
<i>Радько С.Г., Невмержицкая О.Н.</i> Формирование оптимальной модели оценки конкурентоспособности кадрового состава, адаптированной к потребностям предприятия .....	59
<i>Страчкова Е.Г., Феоктистова Т.В.</i> Основы формирования механизма принятия инвестиционных решений в условиях риска .....	64
<i>Морыганов А.П., Дымникова Н.С., Киселев М.Г., Кокшаров С.А., Данилов А.Р., Трещалин Ю.М.</i> Техничко-экономическое обоснование создания Центра глубокой переработки лубяных волокон и сопутствующих компонентов растительного сырья для производства широкого спектра высокорентабельной инновационной продукции .....	69
<i>Филатов В.В., Мишаков В.Ю., Ломакина Е.В., Гордеева Т.А., Бузулуцкая М.В., Мосякин Т.Д.</i> Анализ проекта управления изменениями в рамках стратегии развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года .....	73
<i>Симонова В.А., Квач Н.М., Макарова Н.С., Андросова И.В., Джавадов Т.А., Шильцова А.В.</i> Методика анализа эффективности активов и оптимизации их структуры на предприятиях текстильной промышленности .....	85
<i>Алиева Ж.Т., Камалов А.А., Жакипбекова Д.С., Сулейменова И.А., Есиркепова А.М.</i> Влияние пандемии на развитие текстильной промышленности Республики Казахстан .....	91
<i>Есиркепова А.М., Байнеева П.Т., Кудайбергенова З.У., Досмуратова Э., Бердиярова Б.С.</i> Внешнеторговые отношения предприятий текстильной отрасли Республики Казахстан .....	97

**Материаловедение**

<i>Орлов А.В., Пашин Е.Л.</i> Совершенствование алгоритма определения разрывного усилия волокна при испытании на машине копрового типа .....	103
--	-----

<i>Груздева А.П., Зимина М.В., Чагина Л.Л., Богатырева М.С.</i> Построение методики исследования деформационных свойств тентовых материалов при двухосном циклическом растяжении .....	107
<i>Петухов А.Н., Давыдов А.Ф., Демократова Е.Б., Чернышева Г.М.</i> Изменение индекса теплопередачи при воздействии теплового излучения различной интенсивности .....	115
<i>Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Разумеев К.Э., Замышляева В.В., Бойко С.В.</i> Оценка релаксации усилий при изгибе бортовых тканей с учетом прогнозирования их функциональных свойств .....	120
<i>Костылева В.В., Синева О.В., Никитин А.А., Татарчук И.Р., Карасева А.И., Конарева Ю.С.</i> Исследование жесткости отдельных конструкций детской обуви .....	125
<i>Зиновьев В.П., Рубцов В.И., Шустов Ю.С., Тимошенко А.Н., Оленина И.В.</i> Влияние масштабного фактора на результаты расчетов прочности хлопчатобумажной пряжи .....	129
<i>Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.И., Зензинова Ю.Б., Вахромеева Е.Н.</i> Неравномерность волокнистой ленты по доле компонентов и точность ее оценки .....	134
<i>Сичевой Д.В., Разумеев К.Э., Федорова Н.Е., Голайдо С.А.</i> Применение теории подобия и анализа размерности для прогнозирования разрывной нагрузки пряжи .....	139

### **Первичная обработка. Прядение**

<i>Дягилев А.С., Быковский Д.И., Реймер В., Янссен А., Грис Т., Разумеев К.Э.</i> Сравнительный анализ физико-механических свойств длинного трепаного льноволокна и бананового волокна .....	143
<i>Алимова Х., Гуламов А.Э., Авазов К.Р., Закирова Д.</i> Влияние первичной обработки на свойства коконов, выращенных в первом и втором сезоне .....	149
<i>Гуляев Р.А., Султонов А.А., Юнусов Р.Ф., Рафиков Д.Р., Ибодуллаев О.О.</i> Разработка и внедрение автоматизированной системы, обеспечивающей формирование и отгрузку текстильным предприятиям однородных по параметрам качества партий хлопкового волокна .....	155
<i>Жуманиязов К., Тожимирзаев С.Т., Муминов М.Р.</i> Исследование и оценка свойств хлопкового волокна в технологических процессах .....	162
<i>Росулов Р.</i> Изучение закона распределения скорости, плотности и давления при стационарном движении хлопка-сырца в зоне очистки очистителя хлопка .....	170

### **Технология текстильных изделий**

<i>Кюрегян С.А., Асатрян А.Д.</i> Исследование установившегося режима движения волокнистого материала в формирующем бункере .....	178
---	-----

### **Химия и технология отделки и модификации**

<i>Богданова О.Ф., Горач О.А.</i> Особенности получения целлюлозы из льняного волокна моносультным способом .....	183
<i>Низамова Д.К., Рахматуллина Г.Р., Тихонова В.П., Ахвердиев Р.Ф.</i> Исследование влияния плазменной обработки на термостабильность дермы шкур лосося .....	187
<i>Рахматуллина Г.Р., Панкова Е.А.</i> Инновационные, экологически безопасные технологии получения высококачественных кож .....	192
<i>Санжеева Е.Б., Одинцова О.И., Козлова О.В.</i> Современные достижения в области применения водных дисперсий акриловых полимеров в производстве текстиля .....	196
<i>Хамматова В.В., Гайнутдинов Р.Ф.</i> Методы наномодифицирования коллоидным раствором наночастиц серебра текстильных материалов для специальной одежды .....	201
<i>Евтеева Н.Г., Дормидонтова О.В., Окутин А.С., Белицкая О.А.</i> Применение электрохимически активированных растворов в технологических процессах производства кожи и меха .....	206
<i>Сабирханова С.Х., Бехзат О.Б., Елдияр Ж.К.</i> Крашение хлопка с экстрактами луковой шелухи, скорлупы грецкого ореха и пижмы .....	212
<i>Сатаев М., Кошкарбаева Ш., Аманбаева К., Абдуразова П., Райымбеков Е., Уразкелдиева Д.</i> Химическое никелирование хлопчатобумажных тканей с применением медьсодержащих восстановителей .....	218

## Швейное производство

<i>Колесник С.А., Гончарова М.А., Бринк И.Ю.</i> Исследование влияния поясного ремня на тепловую защиту человека в пуховой одежде .....	224
<i>Козлов А.С., Киселев С.Ю., Кулаков А.А., Макарова Н.А., Горячкин Д.В.</i> Усовершенствование способа обработки деталей изделий легкой промышленности путем автоматизации окантовочных операций ..	231
<i>Мищенко В.Я., Семенов А.Л., Лобода Д.В.</i> Решение проблем спецодежды для торкретирования с применением электростатики .....	235

## Текстильные машины и агрегаты

<i>Хуррамов Ш.Р., Бахадиров Г.А., Абдукаримов А.</i> Математическое моделирование напряжений трения в двухвалковом модуле .....	242
<i>Муродов О.Ж.</i> Совершенствование конструкции и обоснование параметров сепаратора хлопка-сырца .....	248
<i>Канатов А.В., Федоров Э.В., Виноградов Н.А., Чугуй Н.В., Кулаков А.А.</i> Исследование и расчет дна фильерного питателя волнообразной формы стеклоплавильного аппарата .....	253
<i>Хозина Е.Н., Журавлева О.С., Королев П.А., Кулаков А.А., Альвари Л.</i> Рекомендации по выбору вида ткацкого оборудования для выработки технических тканей .....	260
<i>Муродов О.Ж., Рудовский П.Н., Корабельников А.Р.</i> Обоснование параметров и конечно-элементное моделирование движения хлопковоздушной смеси в сепараторе хлопка .....	266
<i>Дерюгин Н.В., Бородина Е.С., Тюрин М.П., Седляров О.И., Трубаев С.А.</i> Экспериментальные исследования влияния воздействия пульсаций потока на интенсивность теплообмена в пластинчатом теплообменном аппарате .....	271
<i>Мухаммадиев Д.М., Ахмедов Х.А., Эргашев И.О., Жамолова Л.Ю., Мухаммадиев Т.Д.</i> Исследование изгиба колосника в процессе установки вставки в колосник .....	277
<i>Парфенов А.С., Тувин А.А.</i> Снижение износа кулачкового механизма ткацкого станка за счет применения смазочных материалов с наноразмерной присадкой .....	282

## Техническая эстетика и дизайн

<i>Еременко А.В., Сысоев С.В.</i> Художественные эксперименты Дрис Ван Нотена в рамках диалога с Лен Лаем как способ конструирования новой реальности в эпоху метамодернизма .....	288
<i>Уваров В.Д.</i> Промышленное производство таписсерии для повышения конкурентоспособности изделий дизайна интерьера .....	296
<i>Алибекова М.И., Белгородский В.С., Андреева Е.Г., Гетманцева В.В.</i> Апсайклинг и ресайклинг как способ реализации дизайнерской концепции в художественном проектировании костюма .....	305
<i>Цветкова Н.Н.</i> Применение промышленного войлока в объектах "Fiber Art" .....	311

## Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Белгородский В.С., Гуторова Н.В., Силаков А.В., Муртазина А.Р., Оленева О.С., Андросова И.В.</i> Научные конференции молодых ученых как важная компонента формирования взаимосвязи современного университета и предприятий текстильной промышленности .....	317
<i>Ларионов В.Г., Шереметьева Е.Н., Баринова Е.П.</i> Цифровые тренды высшего образования .....	322
<i>Торебаев Б.П., Жолдасбекова К.А., Джакипбекова М.Ж., Буркитбаев Т.С., Ибраимова П.Т., Сулейменова Ж.О.</i> Шедевр текстильного искусства народов Центральной Азии – алача .....	330
<i>Демесинова А.А., Айдарова А.Б., Ансенбетова Г.Т., Мауленкулова Г.Е., Мамутова К.К.</i> Эффективность транспортировки текстильной продукции железнодорожным транспортом .....	335
<i>Батдулам Б., Удвал Л., Тсатсрал Б.</i> Изучение морфологических изменений стопы у монгольских детей .....	340
<i>Голов Р.С., Костыгова Л.А.</i> Кластерные технологии в текстильной промышленности России .....	346

## CONTENTS

### Economics and Production Planning

<i>Nikitina L.N., Osipova E.N., Flyagina T.A.</i> Economic and Mathematical Modeling in Making Optimal Management Decisions. Indicator of Indicativity .....	5
<i>Nefedova L.V., Shalmieva D.B., Prishlyak E.A.</i> Approaches to Formation of Price Policy of Light Industry Enterprises in Context of Uncertainty .....	12
<i>Sabyrkhanova S.S., Bitlisl B.I., Kairbekkyzy Y.G.</i> Comparative Analysis of the Market of the Leading Countries of the World and Kazakhstan for the Production of Textile Materials Used in the Shoe Industry .....	18
<i>Abdikerimova G.I., Kulanova D.A., Umbetaliyev N.A., Bigeldieva Z.A., Sadykbekova A.A.</i> Leather Production: the Consequences of the Pandemic and Technological Trends .....	23
<i>Abdikerimova G.I., Yesbolova A.Y., Kulanova D.A., Mergenbayeva A.T., Daurbayeva M.U.</i> Problems and Prospects of Leather Industry Development in Kazakhstan .....	28
<i>Aidarov T.A., Umbitaliev A.D., Kuashbay S., Kozhamkulova I.E., Tursynkulova Z.M.</i> The Textile Industry in the New Realities: Consequences of the Pandemic, World Experience and Further Development in Kazakhstan .....	33
<i>Ivashchenko N.S., Zernova L.E., Mishakov V.Yu., Oleneva O.S., Ordynets A.A.</i> Business Ecosystem as a Form of Doing Business: Types, Principles of Partnership and Prospects for Development in the Textile Industry .....	38
<i>Nevmerzhitskaya O.N., Morozova T.F.</i> Conceptual Framework for HR Risk Management in the Implementation of Strategic Planning Functions .....	42
<i>Radko S.G., Prishlyak E.A., Puryskina V.A.</i> Development of Labor Potential as a Basis for Personnel Making Solutions at Textile Industry Enterprises .....	51
<i>Radko S.G., Nevmerzhitskaya O.N.</i> Formation of an Optimal Model for Assessing the Staff Competitiveness, Adapted to the Enterprise Needs .....	59
<i>Strachkova E.G., Feoktistova T.V.</i> Fundamentals for Forming the Mechanism for Making Investment Decisions in Risk Conditions .....	64
<i>Moryganov A.P., Dymnikova N.S., Kiselev M.G., Koksharov S.A., Danilov A.R., Treshalin Yu.M.</i> Feasibility Study for Creation of Bast Fibers Deep Processing and Related Plant Raw Materials Components Center for the Production of a Wide Range of Highly Profitable Innovative Products .....	69
<i>Filatov V.V., Mishakov V.Yu., Lomakina E.V., Gordeeva T.A., Buzulutskaya M.V., Mosyakin T.D.</i> Analysis of the Change Management Project Under the Strategy for the Development of Light Industry in the Russian Federation for the Period Until 2025 .....	73
<i>Simonova V.A., Kvach N.M., Makarova N.S., Androsova I.V., Dzhavadov T.A., Shiltsova A.V.</i> Methodology for Analyzing the Effectiveness of Assets and Optimizing their Structure at Textile Industry Enterprises .....	85
<i>Aliyeva Zh.T., Kamalov A.A., Zhakipbekova D.S., Suleimenova I.A., Yessirkepova A.M.</i> Impact of the Pandemic on the Development of the Textile Industry of the Republic of Kazakhstan .....	91
<i>Yessirkepova A.M., Baineyeva P.T., Kudaybergenova Z.U., Dosmuratova E., Berdiyayeva B.S.</i> Foreign Trade Relations of the Republic of Kazakhstan Textile Industry Enterprises .....	97

### Materials

<i>Orlov A.V., Pashin E.L.</i> Improvement of the Algorithm for Determining the Disconnective Fiber Forces When Tested on a Copper Type Machine .....	103
<i>Gruzdeva A.P., Zimina, Chagina L.L., Bogatyryova M.S.</i> Construction of the Method of Studying the Deformation Properties of Awning Materials Under Biaxial Cyclic Tension .....	107
<i>Petukhov A.N., Davydov A.F., Demokratova E.B., Chernysheva G.M.</i> Heat Transfer Index Change Depending on the Intensity of a Heat Flow .....	115
<i>Lapshin V.V., Smirnova N.A., Razumeev K.E., Zamyshlyayeva V.V., Boyko S.V.</i> Evaluation of Forces Relaxation During Bending of Board Fabrics Taking into Account the Prediction of their Functional Properties .....	120
<i>Kostyleva V.V., Sineva O.V., Nikitin A.A., Tatarchuk I.R., Karaseva A.I., Konareva Yu.S.</i> Study of the Rigidity of Individual Structures of Children's Shoes .....	125
<i>Zinovev V.P., Rubtsov V.I., Shustov Yu.S., Timoshenko A.N., Olenina I.V.</i> The Effect of the Scale Factor on Results of Cotton Yarns Strength Calculation .....	129

<i>Sevostyanov P.A., Samoilova T.A., Monakhov V.I., Zenzinova J.B., Vakhromeeva E.N.</i> The Unevenness of the Fibrous Sliver in Terms of the Proportion of Components and the Precision of Its Estimates .....	134
<i>Sichevoy D.V., Razumeev K.E., Fedorova N.E., Golaydo S.A.</i> Application of Similarity Theory and Dimensional Analysis to Predict Yarn Breaking Load .....	139

### **Preliminary Treatment. Spinning**

<i>Dyagilev A.S., Bykouski D.I., Reimer V., Janssen A., Gries T., Razumeev K.E.</i> Comparative Analysis of Physical and Mechanical Properties of Long Scutched Flax Fiber and Banana Fiber .....	143
<i>Alimova Kh., Gulamov A.E., Avazov K.R., Zakirova D.</i> Influence of Primary Processing on the Properties of Cocoons Grown in the First and Second Season .....	149
<i>Gulyaev R.A., Sultonov A.A., Yunusov R.F., Rafikov D.R., Ibodullaev O.O.</i> Development and Implementation of an Automated System Ensures the Formation and Shipment to Textile Enterprises of Cotton Fiber Lots Homogeneous in Terms of Quality Parameters .....	155
<i>Jumaniyazov K., Tojimirzaev S.T., Muminov M.R.</i> Research and Evaluation of Cotton Fiber Properties in Technological Processes .....	162
<i>Rosulov R.</i> Studying the Law of Distribution of Speed, Density and Pressure During Stationary Motion of Raw Cotton in the Purification Area of Cotton Cleaner .....	170

### **Technology of Textile Products**

<i>Kyureghyan S.A., Asatryan A.J.</i> Research of the Stable Fiber Material Motion Mode in the Forming Hopper .....	178
---	-----

### **Chemistry and Technology of Finishing and Modification**

<i>Bogdanova O.F., Gorach O.A.</i> Features of Producing Cellulose Linen Fiber in Monosulfitnym Way .....	183
<i>Nizamova D.K., Rakhmatullina G.R., Tikhonova V.P., Akhverdiev R.F.</i> Study of Plasma Treatment Effect on the Thermal Stability of the Dermis of Salmon Skins .....	187
<i>Rakhmatullina G.R., Pankova E.A.</i> Innovative, Environmentally Friendly Technologies for Obtaining High-Quality Leather .....	192
<i>Sanzheeva E.B., Odintcova O.I., Kozlova O.V.</i> Modern Achievements in the Field of Application of Water Dispersions of Acrylic Polymers in the Production of Textile .....	196
<i>Khammatova V.V., Gainutdinov R.F.</i> Methods of Nanomodification of Silver Nanoparticles with Colloidal Solution of Textile Materials for Special Clothing .....	201
<i>Evteeva N.G., Dormidontova O.V., Okutin A.S., Belitskaya O.A.</i> Application of Electrochemically Activated Solutions in Technological Processes of Leather and Fur Production .....	206
<i>Sabyrkhanova S.H., Behzat O.B., Yeldiyar G.K.</i> Dyeing the Cotton with Extract of Onion Peels, Walnut Shell and (Tanacetum) Tansy .....	212
<i>Sataev M., Koshkarbaeva Sh., Amanbaeva K., Abdurazova P., Raiymbekov Ye., Urazkeldieva D.</i> Chemical Nickel Plating of Cotton Fabrics with the Use of Copper-Containing Reducing Agents .....	218

### **Sewing**

<i>Kolesnik S.A., Goncharova M.A., Brink I.Yu.</i> Study of the Influence of a Waist Belt on Thermal Protection of a Person in Down Clothes .....	224
<i>Kozlov A.S., Kiselev S.Yu., Kulakov A.A., Makarova N.A., Goryachkin D.V.</i> Improvement of Light Industry Parts Processing Method by Fringing Operations Automation .....	231
<i>Mishchenko V.Ya., Semenov A.L., Loboda D.V.</i> Solution of Problems of Workwear for Torcreting Using Electrostatics .....	235

### **Textile Machines and Aggregates**

<i>Khurramov Sh.R., Bakhadirov G.A., Abdukarimov A.</i> Mathematical Modeling of Friction Stresses in a Two Roll Module .....	242
---	-----

<i>Murodov O.J.</i> Improvement of the Design and Justification of the Parameters of the Raw Cotton Separator ....	248
<i>Kanatov A.V., Fedorov E.V., Vinogradov N.A., Chugui N.V., Kulakov A.A.</i> The Research and Calculation of the Stream Feeder Assembly Bottom of the Wavy Form for the Glass-Melting Machine .....	253
<i>Khodzina E.N., Zhuravleva O.S., Korolev P.A., Kulakov A.A., Alwaari L.</i> Recommendations for Choosing the Type of Weaving Quipment for Production of Technical Fabrics .....	260
<i>Murodov O.J., Rudovskiy P.N., Korabelnikov A.R.</i> Substantiation of Parameters and Finite Element Modeling of Hie Movement of a Cotton-Air Mixture in a Cotton Separator .....	266
<i>Deryugin N.V., Borodina E.S., Tyurin M.P., Sedlyarov O.I., Trubaev S.A.</i> Experimental Studies of the Effect of the Action of Flow Pulsations on the Intensity of Heat Exchange in a Plate Heat Exchanger .....	271
<i>Mukhammadiev D.M., Akhmedov Kh.A., Ergashev I.O., Zhamolova L.Yu., Mukhammadiev T.D.</i> Study of Rib Bending at Installation of Insertion into Rib .....	277
<i>Parfenov A.S., Tuvin A.A.</i> Reducing the Wear of the Weaving Machine Cam Mechanism through the Use of Lubricants with Nanoscale Additives .....	282

### Technical Aesthetics and Design

<i>Eremenko A.V., Sysoev S.V.</i> Art Experiments by Dries Van Noten Within the Framework of a Dialogue with Len Lye as a Method of Constructing a New Reality in the Era of Metamodernism .....	288
<i>Uvarov V.D.</i> Industrial Production of Tapestry to Increase the Competitiveness of Interior Design Products .....	296
<i>Alibekova M.I., Belgorodskiy V.S., Andreeva E.G., Getmantseva V.V.</i> Upcykling and Recycling as a Way to Implement the Design Concept in the Artistic Design of the Costume .....	305
<i>Tsvetkova N.N.</i> The Use of Industrial Felt in Fiber Art Objects .....	311

### Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Belgorodskiy V.S., Gutorova N.V., Silakov A.V., Murtazina A.R., Oleneva O.S., Androsova I.V.</i> Scientific Conferences of Young Scientists as an Important Component of the Formation of the Relationship between a Modern University and Textile Industry Enterprises .....	317
<i>Larionov V.G., Sheremetyeva E.N., Barinova E.P.</i> Digital Trends in Higher Education .....	322
<i>Torebaev B.P., Joldasbekova K.A., Djakipbekova M.J., Burkitbaev T.S., Ibraimova P.T., Suleymenova J.O.</i> The Masterpiece of Textile Art of the Peoples of Central Asia – Alacha .....	330
<i>Demesinova A.A., Aidarova A.B., Apsenbetova G.T., Maulenkulova G.E., Mamutova K.K.</i> Efficiency of Transportation of Textile Products By Railway .....	335
<i>Batdulam B., Udval L., Tsatsral B.</i> Study of Foot Morphological Change of Mongolian Children .....	340
<i>Golov R.S., Kostygova L.A.</i> Cluster Technologies in the Textile Industry of Russia .....	346