

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

№ 2 (392)
2021

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.), 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.), 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), GERSAK 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 *С.Л. ХАЛЕЗОВ*

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

Тел.: (4932) 41-75-02.

E-mail: ttp@ivgpi.com

<http://ttp.ivgpi.com>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 29.03.2021. Подписано в печать 30.04.2021. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 21,86; Усл. кр.-отт. 22,11. Заказ 4026.

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"
Издание Ивановского государственного политехнического университета
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21
E-mail: ttp@ivgpi.com

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

© "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", 2021

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

**№ 2 (392)
2021**

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.*), 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.*), 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 (*dens., 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 S.L. KHALEZOV

Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.
Tel.: +7(4932)41-75-02.
E-mail: 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 29.03.2021. Signed for printing on 30.04.2021. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 21.86 conventional sheets. 22.11 conventional. Order 4026.

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

Publishing-printing complex "PresSto"
153025, Ivanovo, Dzerzhinskogo, 39, building 8
Tel. 8-930-330-26-30
E-mail: pressto@mail.ru

УДК 316.334.2
DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_5

**ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО –
РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ОТРАСЛЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ**

**PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP -
REGIONAL AND INDUSTRIAL FEATURES**

Б.Б. ПОДГОРНЫЙ

B.B. PODGORNY

(Юго-Западный государственный университет)

(The Southwest State University)

E-mail: b.podgorny46@gmail.com

В статье рассматривается значение государственно-частного партнерства, сгруппированы объекты соглашения в рамках ГЧП, приведены результаты анализа практики применения государственно-частного партнерства в Ивановской области, в том числе и в текстильной промышленности. Сделан вывод, что в регионе применяется практика государственно-частного партнерства, однако используется данная модель преимущественно в коммунально-энергетической сфере. Показан потенциал использования государственно-частного партнерства в текстильной промышленности.

The article discusses the importance of public-private partnership, grouped the objects of agreement within the framework of PPP, provides the results of the analysis of the practice of using public-private partnership in the Ivanovo region, including in the textile industry. It is concluded that the practice of public-private partnership is used in the region, but this model is mainly used in the utilities and energy sector. The potential of using public-private partnership in the textile industry is shown.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, концессия, инвестиции, индустриальный парк "Родники", текстильная отрасль.

Keywords: public-private partnership, concession, investments, Rodniki industrial park, textile industry.

Понятие "государственно-частное партнерство" (ГЧП) происходит из английского термина "Public-private partnership" (PPP) и

предполагает долгосрочное взаимодействие государства и бизнеса с целью привлечения частных капиталов в решении об-

щественно важных проблем. Такая форма сотрудничества, позволяющая государству получить без затрат на строительство или реконструкцию действующего объекта социальной сферы, а частным партнерам, создавшим такой объект, – возможность заработка на его последующей эксплуатации, пользуется популярностью во многих странах. Так, например, проекты, основанные на принципах ГЧП, фактически сэкономили до 1/6 государственного бюджета Великобритании; в Канаде более 1/5 всей общественно значимой инфраструктуры создано на принципах ГЧП; во Франции большую часть коммунальных услуг оказывают коммерческие организации, ведущие свою деятельность по тому же принципу [1].

В современной России впервые схема ГЧП была применена при строительстве современной станции аэрации в районе Москвы "Южное Бутово". В 1998 г. немецкой фирмой была построена современная станция аэрации, и до 2010 г. фирма являлась собственником станции и получала средства за ее эксплуатацию, после чего передала станцию в собственность г. Москвы.

Зарубежные и российские ученые и исследователи уделяют значительное внимание вопросам государственно-частного партнерства. Среди зарубежных ученых необходимо отметить положительные публикации Э.Р. Йескомба [2], П. Розенау [3], Д. Шмидта [4], Д. А. Баффорда [5], Хао Ху [6]. Также есть и критические мнения, например, выводы австралийского ученого Г. Ходжа, показавшего, что ГЧП, являясь закономерным этапом создания инфраструктуры, сопровождается значительными коммерческими и управленческими рисками [7].

Среди работ российских ученых считаем необходимым выделить исследования и теоретические заключения, касающиеся ГЧП, следующих ученых: В. Г. Варнавского [8], Ю.А. Дмитриева [9], И. Ю. Мерзлова [10], В.В. Гасилова [11], Исаевой Г.К. [12], А.Б. Петрухина [13].

Иногда государственно-частное партнерство отождествляется не с частными инвестициями, а с различными формами государственной поддержки предприниматель-

ства в виде грантов, целевых программ, что не совсем корректно. Допустимо некоторое отождествление ГЧП с привлечением средств через проведение IPO [14], [15]. Однако в варианте ГЧП всегда есть публичный партнер в лице Российской Федерации (субъекта Российской Федерации или муниципального образования) и частные партнеры (инвесторы), которые, объединив усилия, начинают реализовывать тот или иной проект, а при проведении IPO инвесторам предлагаются акции уже существующих и достигнувших положительных результатов эмитентов. Общим является то, что, как правило, инвестиционные ресурсы привлекаются для дальнейшего развития.

Цель настоящей статьи – обобщение и уточнение основных положений ГЧП, анализ практики применения ГЧП в Ивановской области, в том числе и в текстильной промышленности. Информационно-нормативная и эмпирическая база исследования – российское законодательство в части государственно-частного партнерства, сведения платформы поддержки инфраструктурных проектов "Росинфра" АНО "Национальный Центр ГЧП", официальные сведения администрации Ивановской области по текстильной отрасли, официальные данные индустриального парка "Родники".

1. *Уточнение основных положений ГЧП.* В России отношения сторон ГЧП регулируются Федеральным законом № 224-ФЗ "О государственно-частном партнерстве..." от 13.07.2015, согласно которому государственно-частное или муниципально-частное партнерство осуществляется "...в целях привлечения в экономику частных инвестиций" [16].

Однако нельзя утверждать, что до принятия указанного закона не существовало партнерства государства и бизнеса. Их взаимодействие регулировалось Федеральным законом №115-ФЗ "О концессионных соглашениях" от 21.07.2005, целями которого "...являются привлечение инвестиций в экономику Российской Федерации, обеспечение эффективного использования имущества, находящегося в государственной или муниципальной собственности, на условиях концессионных соглашений и повы-

шение качества товаров, работ, услуг, предоставляемых потребителям" [17].

Из данных документов видно, что сотрудничество, как на основании ГЧП, так и концессии, предполагает, что государство открывает бизнесу возможность участия в социально значимых проектах, инициатива

при этом может исходить и от бизнеса.

Сегодня на основании указанных выше законодательных актов, а также внесенных в них на протяжении их действия изменений и дополнений, существуют более двадцати направлений объектов концессионного соглашения и ГЧП.

Т а б л и ц а 1

№	Объекты соглашения	Вид партнерства
1	Автомобильные дороги и сопутствующая инфраструктура	Концессия
2	Частные автомобильные дороги и сопутствующая инфраструктура	ГЧП
3	Объекты железнодорожного и трубопроводного транспорта	Концессия, ГЧП
4	Транспорт общего пользования, за исключением метрополитена	ГЧП
5	Метрополитен и сопутствующие объекты	Концессия
6	Морские и речные порты, объекты их инфраструктур	Концессия; ГЧП
7	Морские и речные суда, суда смешанного типа, паромные переправы	Концессия; ГЧП
8	Аэродромы, аэропорты и их инфраструктура	Концессия; ГЧП
9	Воздушные суда	ГЧП
10	Объекты по производству, передаче и распределению электрической энергии	Концессия; ГЧП
11	Объекты газоснабжения	Концессия
12	Гидротехнические сооружения	Концессия; ГЧП
13	Подводные и подземные технические сооружения, переходы, сооружения связи, линии связи и коммуникации	ГЧП
14	Объекты теплоснабжения, централизованные системы горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) водоотведения	Концессия
15	Объекты здравоохранения, в том числе объекты санаторно-курортного лечения и иной деятельности в сфере здравоохранения	Концессия; ГЧП
16	Объекты образования, культуры, спорта, объекты для организации отдыха граждан и туризма, иные объекты социального обслуживания населения	Концессия, ГЧП
17	Объекты по обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению ТКО	Концессия, ГЧП
18	Здания, строения, сооружения и объекты их инфраструктуры ВСРФ	Концессия
19	Объекты коммунальной инфраструктуры или объекты коммунального хозяйства, в том числе объекты энергоснабжения	Концессия
20	Объекты благоустройства территорий, в том числе для их освещения	Концессия; ГЧП
21	Мелиоративные системы и объекты их инженерной инфраструктуры	ГЧП
22	Объекты производства, первичной и (или) последующей (промышленной) переработки, хранения сельскохозяйственной продукции	Концессия, ГЧП
23	Объекты охотничьей инфраструктуры	ГЧП
24	Имущественные комплексы, предназначенные для производства промышленной продукции и (или) осуществления иной деятельности в сфере	ГЧП
25	Программы для электронных вычислительных машин (программы для ЭВМ), базы данных, информационные системы	Концессия; ГЧП
26	Совокупность зданий, частей зданий или помещений, объединенных единым назначением, имуществом, технологически связанным с объектами ИТ	Концессия; ГЧП

П р и м е ч а н и е: * составлено автором по действующим законам № 224-ФЗ и № 115-ФЗ.

Как видно из табл. 1 (объекты концессионного соглашения и государственно-частного партнерства)*, есть несколько направлений (1, 5, 11, 14, 18, 19), по которым возможно партнерство только на условиях концессионного соглашения, также по некоторым направлениям применяется только ГЧП (4, 9, 13, 21, 24).

Существует ряд важнейших других различий. Так, концессионер "...обязуется за свой счет создать или реконструировать определенное концессионным соглаше-

нием имущество, право собственности на которое принадлежит или будет принадлежать концеденту" [17] – Российской Федерации (субъекту РФ, муниципальному образованию).

При реализации проекта по схеме ГЧП создаваемое имущество может принадлежать частному партнеру до передачи его публичному (уполномоченной государственной или муниципальной структуре) партнеру в соответствии с договором о ГЧП; возникающие риски частный партнер

разделяет с публичным партнером. Вклады в реализацию проекта, которые вносят обе стороны, консолидируются и служат для достижения поставленных проектом ГЧП целей. Вкладами частного партнера могут быть денежные и другие материальные ресурсы. Публичный партнер, как правило, предоставляет в аренду частному партнеру земельный (лесной, водный) участок или участок недр для реализации проекта; налоговые и прочие льготы; государственные гарантии.

Еще одно важное отличие между ГЧП и концессией – требования к частным партнерам. Так, концессионером может являться индивидуальный предприниматель, российское или иностранное юридическое лицо, либо действующие без образования юридического лица по договору простого товарищества (договору о совместной деятельности) два и более указанных юридических лица. А согласно статье 3 п.4 Закона о ГЧП частным партнером может выступать только российское юридическое лицо за исключением государственных (ГУП) и муниципальных (МУП) унитарных предприятий, а также юридических лиц, контролируемых Российской Федерацией, субъектом РФ или муниципальным образованием. Также не могут выступать в качестве частных партнеров и некоммерческие организации.

Анализ практики применения ГЧП в Ивановской области. Согласно данным базы "Росинфра" 2019 г, Ивановская область находится на 56 месте в рейтинге комплексной оценки уровня развития ГЧП в России и на 13 месте среди 18 субъектов ЦФО. Всего в области реализуются 22 проекта, стоимость которых превышает один миллион рублей. По объему частных инвестиций в проектах ГЧП Ивановская область находится на 15 месте среди 18 субъектов ЦФО. Данный рейтинг определяется в соответствии с методикой, утвержденной Минэкономразвития России, основанной на оценке развития институциональной среды; нормативно-правового обеспечения; опыта реализации проектов ГЧП. В связи с тем, что в данном рейтинге не учитываются проекты, стоимость которых менее одного миллиона рублей, а также учитываются проекты по дорожному строительству, реализуемые на федеральном уровне, но территориально находящиеся в регионах, мы произвели свои расчеты, результаты которых учитывают все завершенные и действующие проекты, независимо от их стоимости; исключив федеральные проекты строительства дорог. С учетом того, что цель ГЧП и концессии – привлечение инвестиций, мы проранжировали субъекты ЦФО по размеру частных инвестиций в проекты.

Т а б л и ц а 2

Субъект РФ	Количество проектов	Стоимость (млн. руб.)	Частные инвестиции (млн. руб.)	Государственные (муниципальные) инвестиции (млн. руб.)
Москва	33	934 742,40	881 815,40	52 827,00
Московская область	35	360 593,00	180 653,90	179 939,00
Владимирская область	31	17 378,90	16 984,30	394,2
Воронежская область	24	9 967,70	9 850,10	117,6
Тульская область	35	9 105,60	9 037,70	67,9
Белгородская область	19	12 545,20	7 281,10	5 264,10
Рязанская область	59	5 318,00	4 292,00	1 026,00
Костромская	17	3 938,00	3 938,00	0
Калужская область	23	19 070,00	3 581,00	15 489,00
Липецкая область	38	3 956,10	3 485,30	470,8
Смоленская область	22	3 405,10	3 053,70	351,4
Тамбовская область	187	4 885,10	2 727,70	2 157,40
Курская область	198	718,2	718,1	0,1
Орловская область	10	644,3	636,8	7,5
Ивановская область	33	1 224,40	543,6	680,8
Тверская область	43	156,9	103	54
Ярославская область	3	83,3	56,6	26,7
Брянская область	2	8,7	5,2	3,5

П р и м е ч а н и е. * составлено автором статьи на основе рейтинга платформы "Росинфра", октябрь 2019 г.

Подробные данные представлены в табл. 2 (рейтинг субъектов Центрального федерального округа по развитию государственно-частного партнерства по показателю "частные инвестиции" по завершенным и действующим проектам, октябрь 2019 г.)*.

На территории Ивановской области завершены 2 проекта из коммунальной сферы, также в стадии реализации находится 31 проект по четырем направлениям возможного ГЧП.

Общая стоимость указанных 33 проектов составляет 1 миллиард 224 миллиона, при этом частные инвестиции составляют 543, 5 миллиона рублей или 44%, остальные – государственные. По форме сотрудничества 31 проект основан на концессионном соглашении, 1 проект – договор аренды с инвестиционными обязательствами и 1 проект представляет собой инвестиционное соглашение. Модель возврата инвестиций частных партнеров – прямой сбор – 32 проекта, плата за доступность со стороны публичного партнера – 1 проект.

Наиболее крупные проекты (стоимость/частные инвестиции/государственные инвестиции):

- Строительство и реконструкция сетей теплоснабжения в г. Пучеже (145/145/0) – проект завершен.

- Модернизация системы водоотведения, строительство и реконструкция очистных сооружений хозяйственно-бытовой канализации на территории г. Кинешмы (123,5/71,5/52).

- Строительство инженерных сетей на земельном участке по адресу: г. Родники, мкрн. 60 лет Октября (98/3,2/94,8).

- Реконструкция сетей теплоснабжения с. Подвязновский и с. Железнодорожный (64/64/0).

- Отдельным пунктом необходимо выделить блок проектов, нацеленных на развитие индустриального парка "Родники" (432/9,6/422,6).

Более подробные данные представлены в табл. 3 (реализованные и действующие проекты ГЧП в Ивановской области на октябрь 2019 г.)*.

Т а б л и ц а 3

Направление	Количество проектов	Стоимость (млн. руб.)	Частные инвестиции (млн. руб.)	Государственные (муниципальные) инвестиции (млн. руб.)
Благоустройство и инженерно-техническая инфраструктура	1	51,76	1,26	50,5
Транспортная инфраструктура	5	133,2	65	68,2
Коммунально-энергетическая сфера	24	999,79	438,86	560,93
Социальная инфраструктура	3	39,6	38,41	1,2

П р и м е ч а н и е. * составлено автором статьи на основе рейтинга платформы "Росинфра", октябрь 2019 г.

Анализ практики применения ГЧП в текстильной отрасли Ивановской области. Как видно из таб. 1, прямое применение ГЧП в текстильной отрасли может использоваться с целью создания имущественных комплексов, предназначенных для производства промышленной продукции и (или) осуществления иной деятельности в сфере промышленности (пункт 24 табл. 1), косвенное – по пунктам 14, 19, касающиеся коммунальной сферы, по пункту 16 – в рамках улучшения социальных условий для работников предприятий, а также по пункту 22 – в случае наличия у предприятия подразделений, производящих пер-

вичное сырье для выработки продукции. Однако из представленных на официальном сайте департамента экономического развития и торговли Ивановской области 34 промышленных предприятий текстильной отрасли (<http://derit.ivanovoobl.ru/deyatelnost/promyshlemiost/spravochnik-promyshlennykli-predpriyatiy/>) ни одно не принимает ни прямого, ни косвенного участия в реализации инвестиционных или производственных программ через государственно-частное партнерство или концессионные соглашения. В качестве примера ГЧП в текстильной отрасли можно привести проект, реализующийся в республике Тыва, по созданию

производства по выпуску швейных изделий для нужд Минобороны РФ (<https://rosinfra.ru/project/short-view/sozдание-proizvodstva-po-vypusku-svejnyh-izdelij-dla-nuzd-minoborony-rf>).

Косвенно способствует развитию текстильной отрасли в Ивановской области действующий в регионе индустриальный парк "Родники", развиваемый на основе концессионных соглашений или ГЧП. В качестве положительного результата необходимо отметить, что согласно официальной информации (<https://www.ip-rodniki.ru/>) на территории парка в числе прочих уже ведут деятельность 6 новых предприятий, принадлежащих к текстильной отрасли: ИП Валло Тахер – швейное производство; ИП Вол-

кова О.В. – швейная фабрика; ИП Габриелян – пошив изделий; ООО "Дилан-Текстиль" – производство трикотажного полотна; предприятия, входящие в группу Нордтекс – "Родники-текстиль" и автоматическая швейная фабрика "Прогресс".

Сегодня на территории парка реализуются 4 проекта общей стоимостью 432 миллиона, что более 1/3 от общего объема проектов ГЧП на территории Ивановской области. Считаем, что реализация данных проектов будет способствовать, в том числе и открытию новых предприятий текстильной отрасли на территории парка. Подробные данные по проектам ГЧП на территории парка "Родники" (октябрь 2019 г.) представлены в табл. 4*.

Т а б л и ц а 4

Наименование проекта ГЧП	Стоимость (млн. руб.)	Частные инвестиции (млн. руб.)	Государственные (муниципальные) инвестиции (млн. руб.)
Устройство погрузочно-разгрузной железнодорожной рампы с площадкой для автотранспорта	14,459	0,284	14,175
Реконструкция площадок и внутренних автомобильных дорог	54,972	0,972	54
Строительство очистной станции производственных стоков с устройством производственной канализации	274,991	6,379	268,612
Реконструкция водопроводных сетей	35,999	0,706	35,293
Реконструкция объектов благоустройства территории	51,763	1,263	50,5

П р и м е ч а н и е. * составлено автором статьи на основе рейтинга платформы "Росинфра", октябрь 2019 г.

Таким образом, в Ивановской области для социально-экономического развития региона применяется практика использования государственно-частного партнерства, однако используется данная модель преимущественно в коммунально-энергетической сфере. У области имеется значительный неиспользованный резерв по ГЧП в создании новых объектов социального обслуживания, культуры, спорта, образования, здравоохранения, организации отдыха.

Также в качестве резерва необходимо выделить направление, касающееся создания новых имущественных комплексов, предназначенных для производства промышленной продукции и (или) осуществления иной деятельности в сфере промышленности.

У региональных предприятий текстильной промышленности также имеется возможность успешного развития через пря-

мое участие предприятий отрасли во взаимовыгодных проектах с использованием государственно-частного партнерства, создание новых промышленных комплексов, развитие территорий для размещения новых производств и предприятий.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Делмон Д. Государственно-частное партнёрство в инфраструктуре: практическое руководство для органов государственной власти. – Красноярск, 2010.
2. Иескомб Э.Р. Государственно-частное партнёрство: Основные принципы финансирования. – М.: Альпина Паблишер, 2015. ISBN 978-5-9614-1700-5.
3. Rosenau P. Public-Private policy partnerships. – Cambridge. – MA: MIT press – 2000. ISBN 9780262681148.
4. Schmidt D., Dmytryk N. Educating new graduate physiotherapists in a public-private partnership / Australian Journal of Rural Health. -- 2015, № 25(2). DOI: 10.1111/ajr.12269.

5. Boufford J., Gadde R. and et. A proposed framework for developing health-focused public-private partnerships based on national Sustainable Development Priorities. NAM Perspectives. Discussion Paper, National Academy of Medicine. – Washington, DC - 2017. DOI:10.31478/201707d.
6. Hu H., Zhu Y. Social Welfare-Based Concession Model for Build/Operate // Transfer Contracts Journal of Construction Engineering and Management. – 2014. № 141(1). DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-862.0000920.
7. Hodge G. Risks in Public-Private Partnerships: shifting, sharing or shirking? // Asia pacific journal of Public administration. – 2006, № 26(2). P. 157...179. DOI:10.1080/23276665.2004.10779291
8. Varnavski V., Tsvirkun A. Public-private partnerships in large-scale infrastructure in Russia: opportunities and challenges // Proceedings of 2017 10th international conference management of large-scale system development. – MLSD, 2017.
9. Дмитриев Ю.А., Петрухин А.Б., Шустров Л.И., Шустров Т.Л. Развитие государственно-частного партнерства в текстильной и легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 3. С. 9...14.
10. Мерзлов И.Ю. Повышение эффективности реализации региональных проектов государственно-частного партнерства на основе обоснованного выбора инструментов привлечения инвестиций // Фундаментальные исследования. – 2015, № 11-2. С. 395...399.
11. Гасилов В.В., Офин В.П., Провоторов И.А. Управление рисками инвестиционной стадии в проектах государственно-частного партнерства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 48...51.
12. Исаева Г.К., Парманова Р.С., Бигельдиева З.А., Абдикадилова А.А., Есиркепова А.М. Налоговое стимулирование предприятий текстильной промышленности для активизации их участия в государственно-частном партнерстве в сфере образования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 6. С. 85...89.
13. Петрухин А.Б., Дмитриев Ю.А., Лачинина Т.А., Абдряшитова А.И., Чистяков М.С. Инновационный кластер и технологическая платформа в концепции формирования конкурентоспособной текстильной промышленности (на примере Ивановской области) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №6. С. 18...22.
14. Подгорный Б.Б. Инвестиции в текстильную отрасль: проблемы и решения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 2. С.5...9.
15. Podgorny B. The Russian stock market as a social space: a theoretical basis // Economic Annals-XXI. – 2017, №3-4. P. 20...24.
16. Федеральный закон "О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" № 224-ФЗ от 13.07.2015 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/]. (дата обращения: 12.09.2019).
17. Федеральный закон "О концессионных соглашениях" № 115-ФЗ от 21.07.2005 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/]. (дата обращения: 12.09.2019).

REFERENCES

1. Delmon D. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v infrastrukture: prakticheskoe rukovodstvo dlya organov gosudarstvennoy vlasti. – Krasnoarmeysk, 2010.
2. Ieskomb E.R. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo: Osnovnye printsipy finansirovaniya. – М.: Al'pina Publisher, 2015. ISBN 978-5-9614-1700-5.
3. Rosenau R. Public-Private policy partnerships. – Cambridge. – MA: MIT press - 2000. ISBN 9780262681148.
4. Schmidt D., Dmytryk N. Educating new graduate physiotherapists in a public-private partnership / Australian Journal of Rural Health. – 2015, № 25(2). DOI: 10.1111/ajr.12269.
5. Boufford J., Gadde R. and et. A proposed framework for developing health-focused public-private partnerships based on national Sustainable Development Priorities. NAM Perspectives. Discussion Paper, National Academy of Medicine. – Washington, DC - 2017. DOI:10.31478/201707d.
6. Hu H., Zhu Y. Social Welfare-Based Concession Model for Build/Operate // Transfer Contracts Journal of Construction Engineering and Management. – 2014. № 141(1). DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-862.0000920.
7. Hodge G. Risks in Public-Private Partnerships: shifting, sharing or shirking? // Asia pacific journal of Public administration. – 2006, № 26(2). P. 157...179. DOI:10.1080/23276665.2004.10779291
8. Varnavski V., Tsvirkun A. Public-private partnerships in large-scale infrastructure in Russia: opportunities and challenges // Proceedings of 2017 10th international conference management of large-scale system development. – MLSD, 2017.
9. Dmitriev Yu.A., Petrukhin A.B., Shustrov L.I., Shustrov T.L. Razvitie gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 3. S.9...14.
10. Merzlov I.Yu. Povyshenie effektivnosti realizatsii regional'nykh projektov gosudarstvenno-chastnogo partnerstva na osnove obosnovannogo vybora instrumentov privlecheniya investitsiy // Fundamental'nye issledovaniya. – 2015, № 11-2. S. 395...399.
11. Gasilov V.V., Ofin V.P., Provotorov I.A. Upravlenie riskami investitsionnoy stadii v projektakh gosudarstvenno-chastnogo partnerstva // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №1. S. 48...51.

12. Isaeva G.K., Parmanova R.S., Bigel'dieva Z.A., Abdikadirova A.A., Esirkepova A.M. Nalogovoe stimulirovanie predpriyatiy tekstil'noy promyshlennosti dlya aktivizatsii ikh uchastiya v gosudarstvenno-chastnom partnerstve v sfere ob-razovaniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 6. S. 85...89.

13. Petrukhin A.B., Dmitriev Yu.A., Lachinina T.A., Abdryashitova A.I., Chistyakov M.S. Innovatsionnyy klaster i tekhnologicheskaya platforma v kontseptsii formirovaniya konkurentosposobnoy tekstil'noy promyshlennosti (na primere Ivanovskoy oblasti) // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №6. S. 18...22.

14. Podgornyy B.B. Investitsii v tekstil'nyuyu otrasl': problemy i resheniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 2. S.5...9.

15. Podgornyy V. The Russian stock market as a social space: a theoretical basis // Economic Annals-XXI. – 2017, №3-4. P. 20...24.

16. Federal'nyy zakon "O gosudarstvenno-chastnom partnerstve, munitsipal'no-chastnom partnerstve v Rossiyskoy Federatsii i vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii" № 224-FZ ot 13.07.2015 [Elektronnyy resurs]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/]. (data obrashcheniya: 12.09.2019).

17. Federal'nyy zakon "O kontsessionnykh soglasheniyakh" № 115-FZ ot 21.07.2005 [Elektronnyy resurs]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54572/]. (data obrashcheniya: 12.09.2019).

Рекомендована кафедрой философии и социологии. Поступила 14.01.20.

УДК 338

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_12

КОНВЕРГЕНЦИЯ NBIC-ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ КЛАСТЕРНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

CONVERGENCE OF NBIC-TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF THE CLUSTER DIRECTION OF THE DEVELOPMENT OF THE TEXTILE INDUSTRY

А.Б. ПЕТРУХИН, Ю.А. ДМИТРИЕВ, М.С. ЧИСТЯКОВ

A.B. PETRUKHIN, YU.A. DMITRIEV, M.S. CHISTYAKOV

(Ивановский государственный политехнический университет,
Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Владимирский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации)

(Ivanovo State Polytechnical University,
Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs,
Vladimir branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation)

E-mail: ttp@ivgpu.com; m77-nb@bk.ru; shreyamax@mail.ru

Динамика изменений окружающего нас пространства формирует особую атмосферу развития инноваций в конвергенции необходимой целесообразности сохранения и воссоздания экологической устойчивости общецивилизационной эволюции. К важнейшим факторам инновационного преобразования экономики России необходимо отнести нано-, био-, информационные и когнитивные (NBIC) технологии в сочетании с геной инженерией. Высокие технологии в своем развитии будут способствовать генерации своего рода барьера для современного населения планеты от агрессивного воздействия внешнего средового фона и неблагоприятной экологической обстановки.

The dynamics of changes in the space surrounding us creates a special atmosphere for the development of innovations in the convergence of the necessary expediency of preserving and recreating the environmental sustainability of the general civilizational evolution. The most important factors in the innovative transformation of the Russian economy should include nano-, bio-, information and cognitive (NBIC) technologies in combination with genetic engineering. High technologies in their development will contribute to the generation of a kind of barrier for the modern population of the planet from the aggressive influence of the external environmental background and unfavorable environmental conditions.

Ключевые слова: кластер, NBIC-технологии, NBIC-конвергенция, "зеленые технологии", технологическая эволюция.

Keywords: cluster, NBIC technologies, NBIC convergence, "green technologies", technological evolution.

К отраслям народохозяйственной деятельности, обеспечивающим благоприятные условия жизнедеятельности индивида, принадлежат производства, относящиеся к легкой промышленности. К 2025 г. доля производства тканей и комплексных нитей из синтетических волокон в мировых масштабах увеличится до 60% [1].

Современная действительность знаменуется кардинальными трансформациями в технологических процессах текстильной и легкой промышленности, создающими инновационные предпосылки для выпуска принципиально иных видов продукции. Данное обстоятельство обусловлено междисциплинарным характером конвергентного взаимодействия NBIC-технологий. В частности, упомянутая технологическая квинтэссенция позволяет:

- получать нановолокна, по своим характеристикам представляющим собой легкий и прочный материал с заданными характеристиками;

- создавать материал на основе имитации так называемого "паучьего шелка", представляющего собой продукт синтеза бионики и биотехнологии. Образующийся полимер генномодифицированного свойства отличается тонкостью и легкостью при одновременной сверхпрочности;

- выпускать обмундирование для вооруженных сил, произведенное из волокон, сочетающих свойства легкости, прочности и обладающих лечебными особенностями при качествах эргономной комфортности,

достигаемых на платформе знанияемого использования когнитивной области научного знания, а также нейробиологических представлений об эмоциональном и осязательном восприятии человека окружающей действительности;

- получать сорбционно-активные волокна для устранения экологических последствий применения химических и иных агрессивных веществ; пленочные и блочные материалы, способные обеспечить единый процесс непрерывности технологического цикла рециклинга полимеров; материалы, применяемые в разработке технологий утилизации отходов производственной деятельности человека (отметим, что рециклинг в производстве при применении подобного рода материалов генерирует ощутимый технико-экономический эффект, носит межотраслевой характер многоцелевого назначения);

- производить текстильные материалы с высокой сорбционной емкостью и селективностью, применяемые в медицинской практике и пищевой промышленности для очистки различных сред (жидких, воздушных);

- создавать геотекстильные материалы для применения в технических целях. Применение подобного рода материалов позволяет значительно повысить конкурентные преимущества компаний, вкладывающих ресурсы для освоения подобного рода инноваций.

Определенную позитивную динамику в развитие конвергентных технологий способен привнести кластерный подход на основе инфраструктурной платформы сотрудничества власти, науки и бизнеса в синергии функционала технологической платформы "Текстильная и легкая промышленность". Особая роль в реализации успешных инновационных проектов в мире принадлежит кластерно-территориальным и кластерно-сетевым хозяйствующим субъектам (технопаркам, технополисам, наукоемким кластерам и платформам, бизнес-инкубаторам).

Таким образом вполне закономерно формирование модели "тройной спирали", которая представляет собой организационную платформу инновационного научно-технического развития на основополагающей квинтэссенции взаимодействия научных академических институтов и опытно-конструкторских бюро, промышленного потенциала и государственно-административного аппарата властного ресурса. Данную модель партнерства в виде гибридной социальной конфигурации предложили Генри Ицковиц и Лойет Лейдесдорф. Она имеет классический, линейный характер представлений об инновационном развитии, основанный на научном потенциале и технологических продуктах, являющихся проводником в реализации достижений фундаментальной научной мысли [2].

Основными направлениями целеполагания создания территориально-промышленных кластерных структур в легкой промышленности могут быть следующие.

1. Снижение транзакционных издержек.
2. Развитие в эволюционной динамике связей между резидентами кластера.
3. Применение высоких технологий в качестве стимулирования выпуска инновационной продукции с высокой добавленной стоимостью.
4. Мероприятия по расширению рыночной ниши, ускорению спроса на инновационные товарные сегменты легкой промышленности и связанных с ними производств.
5. Развитие и трансфер высоких технологий производств и управления.

6. Повышение конкурентоспособности и генерация потенциальных конкурентных преимуществ продукции, позволяющих ее фиксацию на мировых торговых площадках.

Частично реализован проект по созданию текстильно-промышленного комплекса Ивановской области, постепенно реализуется пилотный проект по созданию льняного комплекса во Владимирской области ("Вязниковский льнокомбинат"). Но, к сожалению, привлечь значительные отечественные и зарубежные инвестиции в отрасль не удастся. Отметим положительную тенденцию развития отрасли посредством роста текстильного производства в Ярославской, Костромской областях, в Татарстане и Кабардино-Балкарии [3, с.228].

Именно конвергентные технологии могут послужить основным триггером развития кластерной направленности в легкой промышленности и являются существенным (если не основным) признаком инновационности кластера. Их особенность заключается в исключительно высокой доле собственно исследовательской деятельности, основанной на современных достижениях науки. Это качественно новая стадия развития науки и технологий, их взаимодействие как между собой, так и с обществом в целом. В результате возникает новая сложная гиперреальность, описание которой требует принципиального обновления традиционного концепта наука-технология [4].

Высокотехнологичным продуктом инновационного кластера (кластеров) представляется перспективный результат кластерной политики на определенный хронологический (временной) диапазон потребления. К данной сфере деятельности могут быть отнесены так называемые "зеленые технологии", которые могут стать драйвером восстановления былого потенциала льняного комплекса и роста конкурентоспособности территории.

В качестве одного из инновационных продуктов кластерного производства, подверженного технологической эволюции, необходимо упомянуть многослойные тек-

стильные композиции, которые можно позиционировать в определенной мере как революционный продукт (обладающий высокими технико-эксплуатационными свойствами, новым функционалом на основе добавленных качеств, экологичностью и рыночной ликвидностью), базирующийся на необходимости синергии разработки новых материалов и инновационных решений в технологических процессах текстильного производства, подразумевающих определенную исследовательскую деятельность [5, с.60].

Имеется ряд материалов и будущих перспективных технологий на уровне открытий, в том числе о новых свойствах льна, ранее неизвестных. Например, Международной академией авторов научных открытий и изобретений ФГУП ЦНИИЛКА выдано свидетельство о регистрации научной гипотезы от 11.09.2001 г. Это большая группа материалов и технологий, полученных на этапе поисковых работ [6].

В данном контексте необходимо упомянуть, что в прошлом Россия занимала ведущие позиции в сфере производства льна и изделий из него, промышленность являлась независимой от поставок сырья извне. Напротив, лен составлял значительную долю экспорта.

Прослеживается общемировая тенденция по перманентному развитию промышленного производства материалов, в том числе лубяных волокон, отличающихся свойствами возобновляемости, биоразлагаемости при качествах натурального происхождения, что позволяет расширить спектр их прикладного использования. Катализатором данной тенденции является осознание общемировым социумом нарастающей проблематики общепланетарного экологического и демографического характера, а также перспектив использования данных материалов для нужд экономического развития.

Конвергентные технологии способны повысить эколого-экономические конкурентные преимущества текстиля, которые максимально будут соответствовать ужесточающимся требованиям экологической безопасности и удовлетворять стандартам охраны окружающей среды при одновре-

менных качествах и свойствах для обеспечения комфортных условий жизни потребителя. Данное направление симбиотической эволюции выпускаемой текстильной продукции будет способствовать развитию "зеленых" технологий.

Отметим, что лубяные волокна, помимо своей экологичности, представляют собой материал с благоприятными свойствами для сохранения и поддержания здоровья, для создания комфортной среды существования с точки зрения повседневного использования предметов личного потребления.

Отметим, что NBIC-технологии для максимального эффекта с практической точки зрения целесообразно сочетать с традиционными технологиями производства. Сочетание позволяет достичь максимально позитивного эффекта, проявляющегося в синергии свойственных данным технологиям свойств и качеств, а также междисциплинарных характеристик.

Легкие, прочные нановолокна с заданными свойствами можно получить только с помощью нанотехнологий, например, по технологии электропрядения (электроформирования). Это типичная технология по схеме "сверху-вниз" (в электрическом поле происходит расщепление струи расплава волокнообразующего полимера, выходящего из сопла, на наноструйки, из которых формируются нановолокна) [7]. Если в данном процессе используется генетически модифицированный белок, представляющий собой копию паучьего шелка, в качестве волокнообразующего полимера, то получается волокно с заданными свойствами – сверхпрочное, легкое, тонкое. Таким образом конструируются технологии, моделирующие создание паучьего шелка. Применение в данном аспекте знаний из биологии и медицины позволит создавать материалы с лечебными свойствами на основе антимикробных нанопрепаратов, изменяющих динамику и эффективность заживления ран.

Нательное белье с сенсорными характеристиками позволяет в режиме реального времени осуществлять мониторинг за показателями функциональных систем орга-

низма и передавать данные в лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ). Кроме того, после анализа физиологических и биохимических данных по команде ЛПУ из лекарственного депо, расположенного в таком белье, может выделяться лекарство непосредственно в организм человека. Данная разработка найдет свое применение в военном обмундировании, экипировке правоохранительных органов и одежде для пациентов клиник.

Является перспективным получение различных инновационных потребительских эффектов при помощи фиксации на текстиле различных контейнерных структур: макроциклические химические соединения с нанополостями внутри цикла, нанокапсул, липосом. Содержимое контейнера будет способно влиять на качественные проявления материала и выполнение заданных производителем функций [8].

Формирование единой концепции использования NBIC-конвергенции в технологической плоскости создания текстильного продукта в кластерной конфигурации предполагает многофункциональный и междисциплинарный подход задействования фундаментальных областей естествознания (биология, химия, физика), математической науки, узкоприкладных сфер научного знания (генная инженерия, бионика, биохимия, механическая технология производства текстиля, технология производства волокон, пленок и т.п.) на платформе слаженного взаимодействия специалистов указанных сфер научного познания.

Широкий диапазон вовлекаемых областей знаний свидетельствует о трансдисциплинарной направленности формирования фундаментальной основы NBIC-конвергенции и, в свою очередь, генерирует определенную последовательность проблемного пласта мировоззренческого, философского и этического характера. Перед научным сообществом и политическими деятелями стоит вопрос нравственно-гуманистического свойства и социальной философии – о влиянии так называемой "большой технологической четверки" на трансформационную перестройку мировой цивилизации, на деструктивные изменения, которые кос-

нутся жизненного мироощущения каждого человека. Рассматривая эволюционное становление NBIC-конвергенции с точки зрения диалектической значимости технологической составляющей в цепочке восприятия модели мировой цивилизации, можно проводить аналогию с формированием технологических платформ перспективного эволюционного развития, которые в синергетическом и эмерджентном взаимодействии создадут конфигурацию благоприятных условий жизнедеятельности и социально-экономического фона. Это, в свою очередь, определит траекторию значимых аспектов жизни социума и позволит верифицировать очертания влияния на них конвергентных технологий [2].

В заключение отметим, что в современную действительность ускорения потенциала научного знания технологии приобретают очертания определенной сингулярности развития. Под дефиницией "сингулярность", пришедшей к нам из астрофизики и математики, понимается такая временная точка или фаза, после преодоления которой прогнозы не несут никакой смысловой нагрузки ввиду непредсказуемости эволюции процессов или явлений. И все же, наряду с позитивными моментами, необходимо предвидеть потенциальные угрозы и последствия от наступления эры широкомасштабной технологической NBIC-конвергенции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гарифуллина Г.А.* Особенности технической обработки швейных изделий из полиэфирных волокон (обзор) // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. Т.18, № 9. С. 160...163.
2. *Чирков М.А., Чистяков М.С.* Кластерная направленность эволюции nbic-конвергенции в формировании платформенного подхода высокотехнологического развития России // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2019, № 2. С. 144...160.
3. *Синявец Т.Д., Родина Л.А.* Конкурентоспособность швейной промышленности на основе создания отраслевого кластера // Экономика региона. – 2016. Т. 12. Вып. 1. С. 226...239. DOI 10.1705/2016-1-17.
4. *Hottois G.* Le signe et la technique. La philosophie à l'épreuve de la technique. Paris, Aubier Montaigne, Coll. "Res-L'invention philosophique". – 1984. P. 59...60.

5. Смирнова Г.А., Титова М.Н. Зеленые технологии – направление инновационной деятельности в легкой промышленности // Инновации. – 2010, №1(135). С. 58...63.

6. Бездудный Ф.Ф. Проблемы развития текстильной промышленности Северо-Запада России // Сб.: Льяной комплекс России, Минпромнауки РФ, ЦНИИЛКА. – Вологда, март, 2002.

7. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. – Изд. 1-е. – М.: Изд-во Известия, 2011.

8. Васильева Н.Г. Нанотехнологии в текстильной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2011, № 8. С 358...360.

REFERENCES

1. Garifullina G.A. Osobennosti tekhnicheskoy obrabotki shveynykh izdeliy iz poliefirnykh volokon (obzor) // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. T.18, № 9. S. 160...163.

2. Chirkov M.A., Chistyakov M.S. Klasternaya napravlenost' evolyutsii nbic-konvergensii v formirovani platformennogo podkhoda vysokotekhnologichnogo razvitiya Rossii // Menedzhment i biznes-administrirovaniye. – 2019, № 2. S. 144...160.

3. Sinyavets T.D., Rodina L.A. Konkurentosposobnost' shveynoy promyshlennosti na osnove sozdaniya otraslevogo klastera // Ekonomika regiona. – 2016. T. 12. Vyp. 1. S. 226...239. DOI 10.1705/2016-1-17.

4. Hattois G. Le signe et la technique. La philosophie à l'épreuve de la technique. Paris, Aubier Montaigne, Coll. "Res-L'invention philosophique". – 1984. P. 59...60.

5. Smirnova G.A., Titova M.N. Zelenye tekhnologii – napravlenie innovatsionnoy deyatelnosti v legkoy promyshlennosti // Innovatsii. – 2010, №1(135). S.58...63.

6. Bezdudnyy F.F. Problemy razvitiya tekstil'noy promyshlennosti Severo-Zapada Rossii // Sb.: L'nyanoy kompleks Rossii, Minpromnauki RF, TsNIILKA. – Vologda, mart, 2002.

7. Krichevskiy G.E. Nano-, bio-, khimicheskie tekhnologii v proizvodstve novogo pokoleniya volokon, tekstilya i odezhdy. – Izd. 1-e. – M.: Izd-vo Izvestiya, 2011.

8. Vasil'eva N.G. Nanotekhnologii v tekstil'noy promyshlennosti // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2011, № 8. S 358...360.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 15.01.20.

УДК 330.16+ 67.08

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_17

БЕРЕЖЛИВЫЕ ИННОВАЦИИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В СФЕРЕ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

FRUGAL INNOVATION IN THE TEXTILE INDUSTRY, AS A TOOL FOR SOLVING PROBLEMS IN THE FIELD OF WASTE DISPOSAL AND RECYCLING

Л.Н. МЕЛЬНИКОВА

L.N. MELNIKOVA

(Университет Страны Басков UPV/EHU, Испания)

(University of the Basque Country UPV/EHU, Spain)

E-mail: lmelnikova001@ikasle.ehu.eus

Статья посвящена проблеме переработки и утилизации отходов в текстильной промышленности. Предложен один из вариантов решения данной проблемы с помощью бережливых инноваций посредством изменения бизнес-модели, где основными участниками являются производитель текстиля и потребитель. При использовании бережливых инноваций достигаются

социальный, экологический и экономический эффекты. Данная модель может быть эффективна в рамках реализации Целей Устойчивого Развития.

The article is devoted to the problem of waste processing and disposal in the textile industry. One of the ways to solve this problem with the help of frugal innovations, by changing the business model, where the main participants are the textile manufacturer and the consumer, is proposed. When using frugal innovations, social, environmental and economic benefits are achieved. this model can be effective in implementing the Sustainable Development Goals.

Ключевые слова: бережливые инновации, отрасль текстильной промышленности, отходы текстильной промышленности, переработка отходов, система управления отходами, цели устойчивого развития.

Keywords: frugal innovations, textile industry, textile waste, recycle waste, waste management, sustainable development goals.

На сегодняшний день проведено много исследований по теме бережливых инноваций, в основном рассмотрены такие сферы, как здравоохранение, информационные технологии (ИТ), энергетическая промышленность, транспорт и водный сектор, однако бережливым инновациям в текстильной промышленности не уделялось достаточно внимания. За последние 10 лет (с 2010 года) среди самых цитируемых авторов в базе данных Scopus научные работы имели общий характер направленности, только 15% работ направлены на сектор здравоохранения, 11% – на энергетический

сектор, в то время как исследовательские работы в текстильной промышленности в рамках бережливых инноваций проводились в малом количестве. Актуальность применения бережливых инноваций в сфере текстильной промышленности обосновывается увеличением потребления текстильного волокна в мире, как представлено на рис. 1 [1]. Также стоит учитывать прогнозы мировых тенденций потребления текстиля, в соответствии с которыми мировое потребление всех видов текстильных волокон к 2030 г. увеличится до 120 млн. метрических тонн [2].

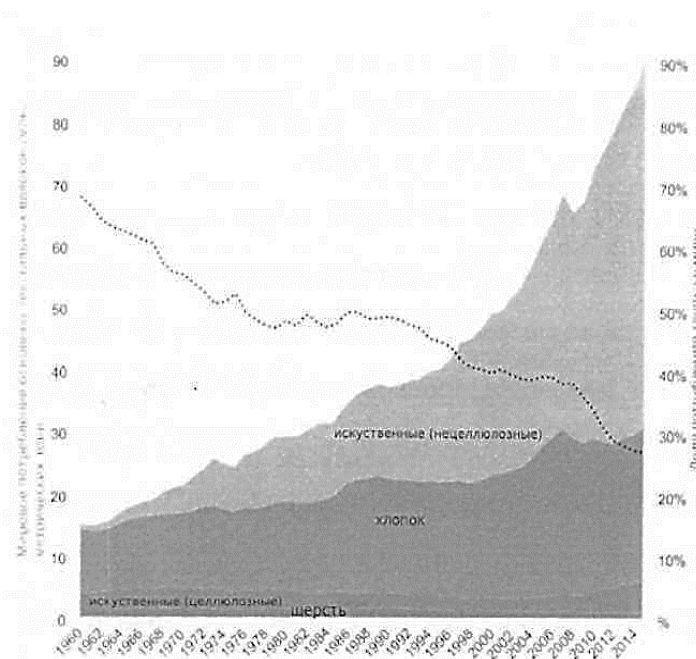


Рис. 1

Таким образом, при увеличении потребления в текстильной промышленности становится очевидной проблема утилизации и переработки отходов. Отходы в текстильной промышленности представляют собой бывшую в употреблении одежду. В мире производится около 13 миллионов тонн текстильных отходов ежегодно, 95% из которых могут быть повторно использованы или переработаны.

Также стоит отметить, что индустрия моды занимает 3-е место в числе самых загрязняющих отраслей в мире. Использование бережливых инноваций может способствовать решению проблем утилизации и переработки отходов текстиля. Бережливые инновации призваны решать в первую очередь экономические, социальные и экологические проблемы общества. Изначально термин "бережливые инновации" появился в Индии и был адресован потребителям с ограниченными ресурсами в странах с развивающейся экономикой [3]. Впоследствии, в связи с ограниченностью тех или иных ресурсов, понятие бережливых инноваций распространилось и на страны с развитой экономикой. Термин "бережливые инновации" достаточно новый. Можно выделить основные определения.

1. Бережливые инновации представляют собой модернизацию продуктов и процессов с целью снижения ненужных затрат [4].

2. Бережливые инновации – это инновации, которые, прежде всего, отличаются доступностью для покупателя с точки зрения цены, возможности приобретения или использования, и устойчивостью [5].

3. Бережливые инновации – это пересмотр бизнес-моделей, изменение цепочек создания стоимости и модернизация продуктов с целью экономии ресурсов для обеспечения инклюзивных рынков в условиях ограниченности ресурсов в рамках устойчивого развития [6].

4. Бережливые инновации – это инновации, несущие большую ценность с меньшими затратами [7].

Также бережливые инновации имеют определенные принципы.

– Активное взаимодействие с клиентами.

– Формирование поведения потребителей.

– Творческое сотрудничество с потребителями.

– Дружественные связи с другими стейкхолдерами инноваций.

– Гибкое использование производственных мощностей и ресурсов.

– Выработка ресурсосберегающих и экологических решений.

Бережливые инновации ориентированы на простые и экологичные продукты, процессы, услуги и бизнес-модели, использующие ограниченное количество ресурсов, имея при этом минимальное вмешательство в окружающую среду, именно это определение, на наш взгляд, является наиболее полным и подходит для решения задач в текстильной промышленности. Также стоит отметить связь бережливых инноваций с устойчивостью и устойчивым развитием. Бережливые инновации очень часто рассматриваются как характеристики устойчивого развития и образа жизни, вследствие чего бережливость и устойчивость перекликаются [8]. Цели Устойчивого Развития (ЦУР) имеют прежде всего экологическую, социальную и экономическую направленность, бережливые инновации также могут способствовать их достижению [9].

Одежда занимает основное направление в текстильной промышленности и всегда была одним из способов выражения индивидуальности и индикатором принадлежности к какому-либо культурному или социальному слою. Это поспособствовало формированию такой отрасли, как "быстрая мода" или "фаст фэшн" (fast fashion), быстрому обновлению ассортимента брэнда несколько раз в сезон. Еще 50 лет назад модные вещи не были доступны для среднего класса населения, изготавливались на заказ, либо имели высокую стоимость, однако желание людей выглядеть модно, не тратя при этом большие деньги, привело к формированию массового рынка "быстрой моды" по относительно низким ценам. Основоположниками являются такие компании, как Zara (входящая в Inditex group), H&M, Benneton. В основу бизнеса

легла концепция "быстрый ответ", производство продукта максимально быстро и экономически эффективно, реагируя на быстро меняющиеся вкусы потребителей в режиме реального времени. Среди особенностей стратегии производителей стоит выделить: понимание желаний целевой аудитории; предложение товаров "высокой моды" по приемлемой цене для среднего класса потребителя; выстраивание отношений между покупателем и производителем, удовлетворяя в первую очередь потребности покупателя; уделяется особое внимание цепочке поставок (для снижения стоимости в процессе передвижения товаров от разработки до розничных магазинов). Так, компания Zara снизила время между разработкой и производством, сократив производственные издержки, и производит более 30000 единиц продукции ежегодно для почти 1600 магазинов в 58 странах, новинки поставляются 2 раза в неделю в магазины, улучшая потребительский выбор одежды и доступность продукта [10]. Для улучшения понимания рынка целевой аудитории и тенденций используется специальный отдел специалистов по внедрению и наблюдению в кругах "высокой моды" [11].

Однако, несмотря на все преимущества для потребителя, рынок быстрой моды сталкивается с критикой: производится большое количество отходов, вследствие частых покупок и выброса одежды; плохие условия труда для жителей развивающихся стран; производство одежды наносит урон водной, наземной и атмосферной экосистемам; нанесение вреда здоровью работникам (использование токсичных химикатов, повышенный уровень шума, опасность мелкофракционных частиц хлопка; недостаток эргономичности в условиях труда). Все вышперечисленные пункты противоречат ЦУР и концепции устойчивости в целом.

Таким образом, сталкиваясь с рядом проблем в данной отрасли, очевидной становится возможность использования бережливых инноваций в текстильной промышленности, которое может способствовать решению данных проблем, в частности проблемы утилизации и переработки отходов. Основываясь на принципах бережли-

вых инноваций, представляем модель в виде рис. 2, применение которой позволяет осуществлять деятельность компаний в текстильной промышленности в рамках Целей Устойчивого Развития, без потери экономической выгоды.

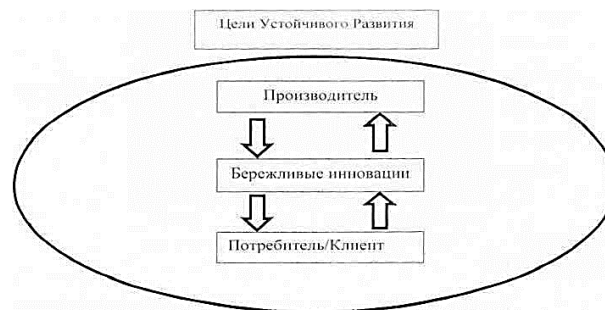


Рис. 2

Использование бережливых инноваций в текстильной промышленности посредством изменения бизнес-модели позволяет существенно сокращать отходы в текстильной промышленности, стимулировать "экологичное" поведение и уважительное отношение к окружающей среде потребителей, сохранять или увеличивать экономическую выгоду для производителя. Потребитель (клиент) приносит вышедшую из использования одежду (текстиль) в магазин производителя, производитель отдает часть одежды (текстиля) на благотворительность (в случае сохранения потребительских свойств), часть идет на повторную переработку. Взамен потребитель получает "баллы", "скидочные купоны", которыми может расплачиваться за последующие покупки, при этом поддерживается лояльность потребителя.

Также в связи с отсутствием в некоторых странах системы переработки мусора, производители текстиля могли бы являться ключевым звеном в переработке пластика, так как пластиковые бутылки сделаны из полиэтилентерефталата (ПЭТ), этот же материал служит в дальнейшем для производства нитей и волокон полиэстера. Потребитель (клиент) может приносить использованный пластик (пластиковые бутылки) пригодный впоследствии для создания полиэстера производителю, производитель текстиля отправляет их на переработку,

взамен потребитель получает скидочный купон или "бонусы" для оплаты покупок в данном магазине.

На основании данной бизнес-модели бережливые инновации включают в себя:

- Вовлечение в процесс создания общей ценности потребителей (клиентов)
- Формирование "экологичного" и "осознанного" поведения потребителя
- Активное взаимодействие с потребителями (клиентами)
- Сотрудничество с исследовательскими

организациями в сфере инновационных разработок в текстильной промышленности

- Изменение производственной цепочки и направления использования производственных мощностей
- Создание ресурсосберегающего решения

Таким образом, реализация бережливых инноваций в текстильной промышленности имеет экологический, социальный и экономический эффекты (рис. 3).

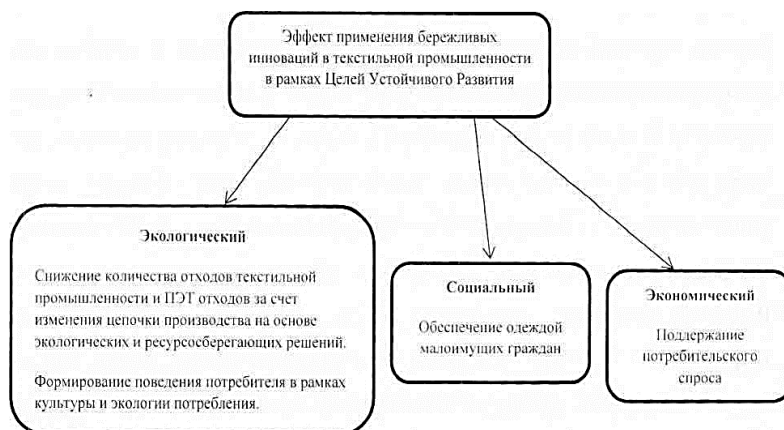


Рис. 3

Экологический эффект достигается с помощью существенного снижения отходов в текстильной промышленности и ПЭТ отходов, формируется "экологичное", "осознанное", уважительное поведение потребителя к окружающей среде. Социальный эффект формируется за счет благотворительности, посредством передачи одежды (с сохранением потребительских свойств) малоимущим гражданам. Экономический – за счет стимулирования спроса, лояльности и вовлечения потребителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. International Cotton Advisory Committee. ICAC World Textile Demand. – Washington DC. 2015. P.146.
2. Borneman J. Man-Made Fibers Continue To Grow [Electronic resource], 2015. URL: <https://www.textileworld.com/textile-world/fiber-world/2015/02/man-made-fibers-continue-to-grow/>
3. Zeschky M. B., Winterhalter S., Gassmann O. From cost to frugal and reverse innovation: Mapping the field and implications for global competitiveness //Research-Technology Management. – V. 57, №4, 2014. P.20...27.

4. Wooldridge A. The world turned upside down //The Economist. – Vol. 15, 2010. P. 12...16.

5. Radjou N., Prabhn J., Ahuja S. Jugaad innovation: Think frugal, be flexible, generate breakthrough growth. – John Wiley & Sons, 2012.

6. Bhatti Y.A. What is Frugal. What is Innovation? Towards a Theory of Frugal Innovation // SSRN Electronic Journal. – 2012.

7. Soni P., Krishnan R.T. Frugal innovation: aligning theory, practice, and public policy //Journal of Indian Business Research. – 2014.

8. Manno J.P. Looking for a Silver Lining: The Possible Positives of Declining Energy Return on Investment (EROI) // Sustainability. – Vol. 3, № 11, 2011. P.2071...2079.

9. ООН Д. Г. А. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года //Режим доступа: <https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1 ru. pdf> РЕЦЕНЗИЯ. -2015.

10. Быстрая мода [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4_%D0%B0

11. О'Ши К. Феномен Зара. – Литры, 2017.

REFERENCES

1. International Cotton Advisory Committee. ICAC World Textile Demand. – Washington DC. 2015. P.146.
 2. Borneman J. Man-Made Fibers Continue To Grow [Electronic resource], 2015. URL: <https://www.textileworld.com/textile-world/fiber-world/2015/02/man-made-fibers-continue-to-grow/>
 3. Zeschky M. B., Winterhalter S., Gassmann O. From cost to frugal and reverse innovation: Mapping the field and implications for global competitiveness //Research-Technology Management. – V. 57, №4, 2014. P.20...27.
 4. Wooldridge A. The world turned upside down // The Economist. – Vol. 15, 2010. P. 12...16.
 5. Radjou N., Prabhn J., Ahuja S. Jugaad innovation: Think frugal, be flexible, generate breakthrough growth. – John Wiley & Sons, 2012.
 6. Bhatii Y.A. What is Frugal. What is Innovation? Towards a Theory of Frugal Innovation // SSRN Electronic Journal. – 2012.
 7. Soni P., Krishnan R.T. Frugal innovation: aligning theory, practice, and public policy //Journal of Indian Business Research. – 2014.
 8. Manno J.P. Looking for a Silver Lining: The Possible Positives of Declining Energy Return on Investment (EROI) // Sustainability. – Vol. 3, № 11, 2011. P.2071...2079.
 9. OON D. G. A. Preobrazovanie nashogo mira: Povestka dnya v oblasti ustoychivogo razvitiya na period do 2030 goda //Rezhim dostupa: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70dl_ru.pdf RETsENZIYa. -2015.
 10. Bystraya moda [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B0
 11. O'Shi K. Fenomen Zara. – Litry, 2017.
- Поступила 05.02.21.
-

УДК 339.5

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_22

ВНЕШНЯЯ ТОРГОВЛЯ РОССИИ ТОВАРАМИ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В 2013-2018 гг.

EXTERNAL TRADE OF RUSSIA BY GOODS OF THE TEXTILE INDUSTRY IN 2013-2018

A.B. САЛЬНИКОВА, С.Н. МАМЕДОВ, И.В. ПОГОДИНА

A.V. SALNIKOVA, S.N. MAMEDOV, I.V. POGODINA

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)

E-mail: salnikova-av@mail.ru; sabir-40@mail.ru; irinapogodina@mail.ru

Статья посвящена исследованию внешней торговли Российской Федерации товарами текстильной промышленности в 2013-2018 гг. Авторами проанализированы импорт и экспорт текстильных товаров, а также их товарная структура, рассмотрены основные страны-партнеры. Анализ внешней торговли РФ товарами текстильной промышленности за 2013-2018 гг. позволяет выявить тенденции и новации в данной сфере, а также факторы, влияющие на динамику экспортно-импортных операций, что, в конечном итоге, будет способствовать разработке адекватных и необходимых современным реалиям мер государственной поддержки, направленных на развитие российской текстильной промышленности.

The article is devoted to the study of the foreign trade of the Russian Federation in textile products in 2013-2018. The authors analyzed the import and export of textile goods, as well as their product structure, examined the main partner countries. Analysis of the foreign trade of the Russian Federation with textile goods in 2013-2018 allows us to identify trends and innovations, as well as factors affecting the dynamics of export-import operations, which, ultimately, will contribute to the development of adequate and necessary modern realities state support measures aimed at the development of the Russian textile industry.

Ключевые слова: текстиль, импорт, экспорт, внешняя торговля, ткани, волокна, одежда.

Keywords: textile, import, export, foreign trade, fabrics, fibers, clothes.

Объем импорта продукции текстильной промышленности в РФ в 2013-2018 гг. составил 63,7 млрд. дол. США. Доля текстильных товаров в общем импорте РФ за обозначенный период – 4,4 %. С 2013 по 2018 гг. импорт товаров текстильной промышленности в целом сократился с 13,2 до 11,2 млрд. дол. США или на 15 %. Сниже-

ние импорта произошло в 2014 и 2015 гг., с 2016 г. вновь наблюдается постепенный рост показателя [3] (табл. 1 – динамика импорта товаров текстильной промышленности в РФ в 2013-2018 гг. в млрд. дол. США (составлено автором по материалам источника)).

Т а б л и ц а 1

Показатель импорта	Годы					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Общий импорт товаров в РФ	315,3	287,1	182,9	179,8	227,5	238,4
Импорт в РФ товаров текстильной промышленности	13,2	12,4	8,31	8,38	10,2	11,2

Товары текстильной промышленности в товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза находятся в разделе XI "Текстиль" и включают следующие товарные группы:

50 – шелк

51 – шерсть, тонкий или грубый волос животных; пряжа и ткань, из тонкого волоса

52 – хлопок

53 – прочие растительные текстильные волокна; бумажная пряжа и ткани из бумажной пряжи

54 – химические нити; плоские и аналогичные нити из химических текстильных материалов

55 – химические волокна

56 – вата, войлок или фетр и нетканые материалы; специальная пряжа; бечевки, веревки, канаты и тросы и изделия из них

57 – ковры и прочие текстильные напольные покрытия

58 – специальные ткани; тафтинговые текстильные материалы; кружева; гобелены; отделочные материалы; вышивки

59 – текстильные материалы, пропитанные, с покрытием или дублированные; текстильные изделия технического назначения

60 – трикотажные полотна машинного или ручного вязания

61 – предметы одежды и принадлежности к одежде, трикотажных машинного или ручного вязания

62 – предметы одежды и принадлежности к одежде, кроме трикотажных машинного или ручного вязания

63 – прочие готовые текстильные изделия; наборы; одежда и текстильные изделия, бывшие в употреблении; тряпье [1].

Наибольшую долю в импорте текстильной продукции в рассматриваемый период имеют товарные группы 61, 62 и 63 (30,3 %, 32,4 % и 7,7 % в общем объеме импорта текстильных товаров соответственно), а именно предметы одежды и принадлежностей

ти к ней. Это значит, что импорт товаров текстильной промышленности в 2013-2018 гг. на 70 % состоит из готовых изде-

лий. Однако показателей импорта 2013 г. этими товарными группами в 2018 г. не достигнуто.

Таблица 2

Годы \ Товарная группа	2013	2014	2015	2016	2017	2018
50	9,1	2,6	3,2	3,8	4	3,9
51	34,8	25	20,8	18,6	35,2	41
52	563	509	418	461	524	593
53	53,7	48,3	40,9	38,5	42,3	42,1
54	559	567	413	369	417	516
55	754	650	467	480	556	634
56	547	586	400	422	445	467
57	286	261	144	137	192	215
58	152	128	91,8	84,6	103	128
59	395	402	265	272	329	370
60	564	498	273	238	247	302
61	4070	3720	2420	2530	3190	3360
62	4130	4020	2680	2680	3400	3710
63	1090	922	674	614	733	810

Превышение цифровых данных 2013 г. в 2018 г. демонстрируют показатели импорта хлопка и шерсти, а также тканей из них. Их доли в общем объеме импорта текстильных товаров составляют 5 % и 18 % соответственно [3] (табл. 2 – динамика товарной структуры импорта продукции текстильной промышленности в РФ в 2013-2018 гг., в млн. дол. США (составлено автором по материалам источника)). Российская хлопчатобумажная промышленность развивается за счет импортного сырья ввиду того, что хлопчатник в России не выращивается в масштабах, способных удовлетворить нужды промышленного производства [6, с. 61].

Увеличение импорта текстильных материалов и изделий происходит на фоне растущих внутренних объемов производства готовых тканей [7, с. 80]. Однако уровень импортозависимости отечественной текстильной промышленности продолжает оставаться предельно высоким [5, с. 70; 4]. Среди традиционных причин выделяют высокую изношенность производственного оборудования, зависимость от импортного сырья, оборудования, что не позволяет конкурировать с импортными изделиями и материалами [4].

Таблица 3

Показатель \ Страна	Объем, в млрд. дол. США	Доля, в %
Китай	23,7	37,2
Беларусь	4,24	6,7
Турция	3,95	6,2
Бангладеш	3,93	6,2
Италия	3,27	5,1
Узбекистан	2,77	4,4
Индия	1,86	2,9
Вьетнам	1,75	2,7
Германия	1,39	2,2
Пакистан	0,89	1,4

Анализ данных таможенной статистики показывает, что в 2013-2018 гг. основными импортерами товаров текстильной промышленности в РФ, следовательно, и основными конкурентами, стали Китай, Республика Беларусь и Турция, доля которых в совокупном объеме поставок текстильных материалов и изделий составила 37,2%, 6,7% и 6,2% соответственно [3] (табл. 3 – основные страны-импортеры товаров текстильной промышленности в РФ в 2013-2018 гг. (составлено автором по материалам источника)). Помимо этого, по некоторым данным, от 30 до 40 % от импортного текстиля составляет так называемый серый импорт [6, с. 62].

Значительная часть импортированной текстильной продукции поставлялась на предприятия г. Москвы, г. Санкт-Петербурга и Московской области (57,2% импортного текстиля, 10,6% и 9,6% соответственно) [3].

В качестве мер господдержки, способствующих более эффективной реализации политики импортозамещения, следует рассмотреть возможность повышения ставок импортных таможенных пошлин на готовую одежду, а также введение квот на ввоз в РФ одежды из Китая, Турции и стран Юго-Восточной Азии. Как отмечают исследователи, "...основные качества российской продукции соответствуют потребительским ожиданиям и потребительский рынок готов ее покупать" [6, с. 58]. Представляется необходимым освобождение от ввозных таможенных пошлин на импортируемое сырье и материалы, не производимые в России, для обеспечения нужд отечественных производителей. При подписании соглашений о зонах свободной торговли, особенно с государствами Юго-Восточной Азии, нужно учитывать наиболее чувствительные группы товаров для импорта в РФ.

В 2013-2018 гг. экспорт товаров текстильной промышленности из РФ составил 4,9 млрд. дол. США. Доля текстильных товаров в общем экспорте РФ в данный пе-

риод – 0,2 %. Экспорт текстиля в 2013-2018 гг. демонстрирует рост на 190 млн долларов США или на 25 %. Снижение экспорта в рассматриваемый период произошло лишь однажды – в 2015 г., после чего в 2016-2018 гг. наблюдается стабильный рост показателя [3] (табл. 4 – динамика экспорта товаров текстильной промышленности из РФ в 2013-2018 гг. (составлено автором по материалам источника)).

Среди экспортируемых товаров текстильной промышленности наибольшую долю имеют товарные группы 62, 61, 56 (22,6, 17,3 и 15,5% соответственно), а именно предметы одежды и принадлежности к одежде; вата, войлок или фетр и нетканые материалы; специальная пряжа; бечевки, веревки, канаты и тросы и изделия из них. Наибольший рост в рассматриваемый период демонстрируют показатели экспорта трикотажных полотен машинного или ручного вязания (на 107 %), а также товарных групп 56 и 54 (на 45 % и 44 % соответственно). Стремительное снижение наблюдается у показателя экспорта шелка – на 73 % в 2013-2018 гг. [3] (табл. 5 – динамика товарной структуры экспорта товаров текстильной промышленности из РФ в 2013-2018 гг., в млн. дол. США (составлено автором по материалам источника)).

Таблица 4

Показатель импорта	Годы					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Общий экспорт товаров из РФ, млрд. дол. США	526	497,4	313,5	280,7	357,8	449,8
Экспорт из РФ товаров текстильной промышленности, млн. дол. США	769	860	699	711	904	959

Таблица 5

Товарная группа	Годы					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
50	0,264	0,135	0,0069	0,0704	0,0341	0,0719
51	33	32	36,2	22,9	26,6	23,2
52	62,3	59,5	43,6	48,9	63,9	53,9
53	18	10,9	10,7	9,7	7,8	11
54	48,2	51,5	45,3	46,2	57	69,2
55	53,8	59	38,3	42,7	66,5	63,3
56	111	118	109	121	142	161
57	8,8	6,5	4,6	5,5	7,9	9,8
58	9,6	8,6	6,2	9,2	10,9	11,5
59	57,6	62,9	46,8	51,5	55,1	64,8
60	9	7,6	9,8	12,4	14,2	18,6
61	119	149	120	122	163	176
62	169	214	163	151	204	205
63	70,1	80,4	64,8	68,1	85,1	92,3

Выявленные тенденции экспорта позволяют говорить об обоснованности выбора государством в качестве одного из стратегических направлений развития легкой промышленности России до 2025 года "...создание... производства химических (синтетических и искусственных) волокон с ориентацией на экспорт, прежде всего за счет развития полиэфирных и вискозных волокон и нитей...", "...переориентацию массового текстильного производства на синтетические материалы (включая как текстиль для швейной продукции, так и технический текстиль)" [2]. Для реализации указанного направления существуют серьезные предпосылки – имеющиеся развитые нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие комплексы, что является важным конкурентным преимуществом для развития в России производства синтетического текстиля. Практически данное направление реализуется, в частности, строительством в Ивановской области комбината синтетического волокна, "...который будет представлять инновационный текстильный промышленный кластер" [6, с. 62]. Предполагается, что совокупный эффект от реализации данного направления составит 0,19 % ВВП, 0,12 % из которых придутся на эффект от развития сегмента технического текстиля [2].

Т а б л и ц а 6

Показатель Страна	Объем, в млрд дол. США	Доля, в %
Казахстан	1,41	28,7
Беларусь	1,25	25,5
Украина	494	10,1
Германия	161	3,3
Польша	120	2,4
Индия	115	2,3
Италия	92,5	1,9
Узбекистан	88,6	1,8
Турция	72,7	1,5
США	68,5	1,4

В 2013-2018 гг. Россия экспортировала продукцию текстильной промышленности в основном в Республику Казахстан, Республику Беларусь и на Украину, доли кото-

рых в общем экспорте российского текстиля составили 28,7, 25,5 и 10,1 % [3] (табл. 6 – страны российского экспорта товаров текстильной промышленности в 2013-2018 гг. (составлено автором по материалам источника)).

Основными экспортерами стали предприятия г. Москвы (1,64 млрд. дол. США или 33,5 % экспортируемых товаров), Московской области (541 млн. дол. США или 11 %) и г. Санкт-Петербурга (460 млн. дол. США или 9,4 %) [3].

В Ы В О Д Ы

1. Несмотря на рост объемов внутреннего производства товаров текстильной промышленности, уровень зависимости от импортной продукции продолжает оставаться высоким. Результаты активно и масштабно реализуемой политики импортозамещения в отрасли можно будет оценить только через 7...10 лет. Однако именно импортозамещение предоставляет реальную возможность выхода из кризиса для отечественной текстильной промышленности в отдаленной перспективе.

2. Доля объемов российского экспорта текстильных товаров в общем объеме экспорта по-прежнему незначительна. Рост объемов российских поставок текстильных товаров за рубеж в 2016-2018 гг. является свидетельством эффективности предоставляемых мер государственной поддержки, реализуемых в виде субсидирования затрат текстильных предприятий на взятые ими кредиты. Поэтому данная мера государственной поддержки должна оставаться основной.

3. Наибольшим потенциалом развития обладает сегмент производства синтетических волокон в сравнении с натуральным текстильным производством. Данный сегмент, несмотря на уже имеющиеся конкурентные преимущества, нуждается в мерах государственной поддержки. В качестве таковых выступают госзаказы и субсидирование затрат на кредиты. Субсидирование затрат текстильных предприятий по кредитам

для производителей синтетических материалов должно стать первоочередным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 16.07.2012 № 54 (ред. от 30.09.2019) "Об утверждении единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза и Единого таможенного тарифа Евразийского экономического союза" (с изм. и доп., вступ. в силу с 02.11.2019).

2. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. URL: minpromtorg.ru/common/upload/files/docs/260615-Cstrategiya_ITOG.docx;

3. Сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.customs.ru> (дата обращения: 07.11.2019).

4. Климова Н.М., Мелкумян А.Э. Импортозамещение в швейной отрасли России // Фундаментальные исследования. – 2015. № 2-24. С. 5445-5448 [Электронный ресурс]. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38365> (дата обращения: 07.11.2019).

5. Козлова О.А. Политика импортозамещения как один из основных источников роста российской текстильной промышленности // Технология текстильной промышленности. – 2018, № 2 (374). С.70...76.

6. Парамонова Т.Н., Урясьева Т.И. Рамазанов И.А. Рынок текстильной и легкой промышленности в период импортозамещения // Торгово-экономический журнал. – 2016, № 3 (1). С. 53...66.

7. Смирнов В.Н., Аничкина О.А. Исследование рынка текстильной промышленности России // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 5. С. 79...81.

REFERENCES

1. Reshenie Soveta Evraziyskoy ekonomicheskoy komissii ot 16.07.2012 № 54 (red. ot 30.09.2019) "Ob utverzhdenii edinoy Tovarnoy nomenklatury vneshne-ekonomicheskoy deyatel'nosti Evraziyskogo ekonomicheskogo soyuza i Edinogo tamozhennogo ta-rifa Evraziyskogo ekonomicheskogo soyuza" (s izm. i dop., vstup. v silu s 02.11.2019).

2. Strategiya razvitiya legkoy promyshlennosti v Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda [Elektronnyy resurs]. URL: min-prom-torg.ru/common/upload/files/docs/260615-Cstrategiya_ITOG.docx;

3. Sayt Federal'noy tamozhennoy sluzhby [Elektronnyy resurs]. URL: www.customs.ru (data obrashcheniya: 07.11.2019).

4. Klimova N.M., Melkumyan A.E. Importo-zameshchenie v shveynoy otrasli Rossii // Fundamental'nye issledovaniya. – 2015. № 2-24. S. 5445-5448 [Elektronnyy resurs]. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38365> (data obrashcheniya: 07.11.2019).

5. Kozlova O.A. Politika importozameshcheniya kak odin iz osnovnykh istochnikov rosta rossiyskoy tekstil'noy promyshlennosti // Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, № 2 (374). S.70...76.

6. Paramonova T.N., Uryas'eva T.I. Ramazanov I.A. Rynok tekstil'noy i legkoy promyshlennosti v period importozameshcheniya // Torgovo-ekonomicheskij zhurnal. – 2016, № 3 (1). S. 53...66.

7. Smirnov V.N., Anichkina O.A. Issledovanie rynka tekstil'noy promyshlennosti Rossii // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 5. S. 79...81.

Рекомендована кафедрой финансового права и таможенной деятельности. Поступила 22.05.20.

РИСКИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПУТИ ИХ МИНИМИЗАЦИИ

RIKES OF THE ENTERPRISES OF TEXTILE INDUSTRY AND THE WAYS OF THEIR MINIMIZATION

M.M. ХАЙТАНОВА, O.B. ЛУСКАТОВА, E.B. ГОРШКОВА

M.M.HAYTANOVA, O.V. LUSKATOVA, E.V. GORSHKOVA

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Владимирский филиал Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте Российской Федерации,
Норильский государственный индустриальный институт)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs,
Vladimir Branch of the Russian Presidential Academy
of National Economy and Public Administration,
Norilsk State Industrial Institute)

E-mail: m.haytanova@gmail.com; oluskatova@mail.ru; sympathyel@mail.ru

В статье представлен оригинальный подход к выявлению профиля рисков предприятий текстильной промышленности и выбору оптимальных методов риск-менеджмента по их минимизации. Составление паспорта рисков компании является этапом непрерывного управления риском с использованием инструментария нечеткой логики. На основе поля риска выявляется соответствующий метод минимизации риска, учитывающий степень риска и уровень проявления фактора-источника.

The article presents an original approach to identifying the risk profile of textile enterprises and choosing the best methods of risk management to minimize them. The compilation of a company's risk passport is a step in continuous risk management using fuzzy logic tools. On the basis of the risk field, an appropriate risk minimization method is identified, taking into account the degree of risk and the level of manifestation of the source factor.

Ключевые слова: риск-менеджмент, текстильная промышленность, профиль риска, поле риска, нечеткие переменные.

Keywords: risk management, textile industry, risk profile, risk field, fuzzy variables.

Деятельность текстильных предприятий, как и субъектов других секторов промышленности, сегодня не свободна от риска, обусловленного факторами внутренней и внешней среды. Анализ риска ориентирован на будущее и неразрывно связан с прогнозированием и планированием деятельности фирмы, оценка риска необходима в процессе управленческой деятель-

ности, так как "риск" буквально означает "принятие решения, результат которого неизвестен" [1].

Развитие текстильной промышленности в XXI веке свидетельствует о наличии прорывных инноваций, которые стали основой для дальнейшего роста видов и качественных характеристик продукции данной сферы производства. Технологическое об-

новление отрасли ориентировано на получение новых текстильных материалов, которые возможно использовать в приоритетных отраслях хозяйства (космос, оборонная промышленность, энергетика, строительство), применение нанотехнологий при модифицировании и отделке натуральных и синтетических материалов для придания им новых уникальных свойств [2].

Концепция прорывных инноваций – это путь будущего роста и успеха. Будущие открытия продуктов и процессов будут основаны на технологических платформах, примером которой в РФ является Технологическая платформа "Текстильная и легкая промышленность", которая в 2012 году Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям была принята как открытая межотраслевая коммуникационная площадка для реализации инновационных перспективных проектов.

Инновации открыли глобальный рынок, создав огромные возможности для всего мира, но также увеличили факторы высокого риска для бизнеса из-за роста конкурентоспособности предприятий, как в национальном, так и в международном масштабе.

Предприятия текстильной и легкой промышленности сталкиваются со многими событиями, которые могут оказать негативное воздействие, положительное влияние, а, возможно, и то, и другое. События с негативным воздействием характеризуют риски, которые могут помешать созданию новой стоимости или разрушению существующей стоимости. События с положительным воздействием могут компенсировать негативное воздействие или предоставить иные возможности при которых произойдет факт, который положительно скажется на достижении целей. Риск – это возможность потерь, вытекающая из специфики тех или иных явлений природы и видов деятельности человека.

С целью минимизации неприятных последствий компании должны изучать и принимать меры по минимизации риска. Процедуры минимизации риска должны периодически пересматриваться, чтобы гарантировать контроль над угрозами, предотвра-

щение риска с помощью правильно определенной структуры риск-менеджмента.

Управление бизнес-рисками (риск-менеджмент) имеет дело с риском и возможностями, влияющими на создание или сохранение целевого ориентира предприятия, поэтому оно должно быть центральной частью его стратегического управления. В целом, риск-менеджмент – это стратегический процесс, который помогает и поддерживает принятие управленческих решений в условиях неопределенности на стратегическом и операционном уровнях в компании любой сферы деятельности. Лучшее понимание и управление всеми рисками, которые могут повлиять на фирму, приведет к повышению производительности и конкурентных преимуществ, особенно когда оцениваются и контролируются риски, выявляются опасности и угрозы, а также возможности и выгоды [3].



Рис. 1

Предприятие не может полностью оградить себя от рисков, поэтому особое внимание обращается на существующие методы риск-менеджмента, которыми они могут защитить себя от последствий. Процесс риск-менеджмента на предприятии непрерывен, он включает в себя несколько шагов (рис. 1 – алгоритм непрерывного риск-менеджмента предприятия), упомянутых ниже.

Этот процесс включает в себя, прежде всего, разработку и принятие стратегии управления рисками, идентификацию, оценку и контроль риска, а также этап мониторинга, общие для всех эффективных систем управления. Ключевым в системе риск-менеджмента предприятия является

выбор метода минимизации последствий рискованных управленческих решений.

Идентификация риска – это итеративный процесс, проводимый на протяжении всего жизненного цикла компании. В настоящее время методы, доступные для идентификации риска, можно разделить на традиционные и инновационные (табл. 1).

В практике риск-менеджмента сложно остановиться на использовании какого-либо одного метода выявления риска. Эксперты и лица, принимающие решения (ЛПР), комплексно используют традиционные способы, а применение инновационных подходов зависит от конкретной цели, стоящей перед компанией.

Т а б л и ц а 1

Инновационные методы	Традиционные методы
PESTLE (политический, экономический, технический, правовой, экологический) анализ	Интервью и самооценка
BPEST (бизнес, политический, экономический, социальный, технологический) анализ	Анкеты и обзоры рисков
Модель пяти сил конкуренции Портера	Построение причинно-следственных диаграмм
Модель Европейского фонда управления качеством (EFQM)	Сценарный анализ и планирование, использование мозгового штурма
FTA (fault tree analysis) – анализ дерева отказов	База данных о рискованных событиях, информация о потерях и расследованиях несчастных случаев
Использование цифровых технологий	SWOT-анализ (сильные и слабые стороны, возможности и угрозы)

Результатом этапа идентификации риска является получение профиля риска конкретной фирмы, включающего детализацию видов риска, свойственных предприятию в исследуемый временной интервал [4]. Без углубления совокупность рисков, влияющих на деятельность компании, может быть выражена представленной группировкой, в которой учтены наиболее приоритетные направления риск-менеджмента (рис. 2 – группировка рисков предприятий текстильной промышленности).

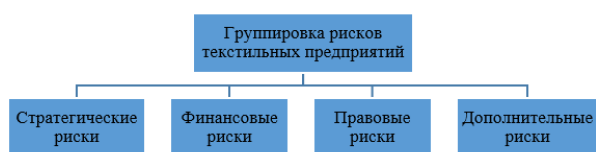


Рис. 2

Стратегические риски – это риски, связанные с особенностями деятельности в конкретной отрасли. Для текстильной промышленности они включают в себя следующие риски.

- Риск внедрения технологических инноваций конкурентами.

- Риск колебания цен на продукцию компании (изменчивость предпочтений потребителей).

- Риск волатильности цен на натуральное сырье.

- Кадровые риски, включающие квалификацию сотрудников, их безопасность, качество менеджмента в организации и т.д.

- Риски технические, как операционные (безаварийная работа оборудования), так и конкурентные (использование наиболее современного оборудования).

Финансовые риски: как предполагает сам термин – это риск, связанный с финансовыми потерями при управлении компанией. Минимизация их проводится методами уклонения и компенсации риска. Применение страхования как в специализированной форме, так и на основе биржевых инструментов позволяет снизить ценовые последствия для финансовых потоков предприятия. Контроль за ежедневными финансовыми операциями является составной частью мониторинга за финансовым состоянием фирмы.

Предприятие с более высоким уровнем финансового риска должно выбрать структуру капитала с низким коэффициентом задолженности, чтобы обеспечить постоянное выполнение своих финансовых обязательств. При падении выручки компания может оказаться не в состоянии обслуживать свой долг, что может привести к банк-

ротству. С другой стороны, при росте доходов в благоприятной рыночной ситуации фирма получает большую прибыль и способна выполнять свои обязательства.

Правовые риски – это текущий или будущий риск потери дохода, капитала или возникновения убытков в связи с нарушениями или несоответствием внутренним и внешним правовым нормам: законам, подзаконным актам регуляторов, правилам, регламентам, предписаниям, учредительным документам.

Дополнительные риски включают в себя:

- экологические риски, в том числе последствия стихийных бедствий,
- политическая и экономическая нестабильность в стране и на любых зарубежных рынках, важных для экспортируемых товаров,
- коммерческие риски, в том числе несостоятельность ключевых поставщиков или клиентов,
- риски слабой маркетинговой стратегии, не учитывающей возможности использования преимуществ цифровизации.

Оценка (или измерение) риска может основываться на экономических, социальных и правовых соображениях, а также на вероятности и частоте каждого события и серьезности результата оцениваемого события.

Методы оценки риска могут варьировать от качественных до количественных. Качественные методы могут представлять собой простой перечень действующих рисков (профиль риска), их ранжирование или составление поля риска. Список рисков является хорошей отправной точкой. Хотя количественный анализ или формальная оценка не применяются к первоначальному перечню рисков, но профиль риска и сопутствующие знания являются ценными. Некоторые риски в профиле не имеют количественной оценки. Для них выявление этих рисков и добавление их в профиль приоритетов может быть единственно возможной количественной оценкой. Компании не могут применять сложное моделирование к каждому виду риска, для этого использу-

ется выявление приоритетов и ранжирование риска на конкретный временной период.

Оценка риска позволяет определить значимость рисков для бизнеса и принять решение о методе управления конкретным риском по его предотвращению или минимизации. ЛПР ранжируют риски с учетом последствий и вероятности каждого. Многие менеджеры предприятий считают, что оценка последствий и вероятности высокого, среднего или низкого уровня риска адекватна потребностям фирмы. Они проводят сопоставление полученных оценок со стратегией предприятия, чтобы выявить, какие риски могут повлиять на ближайшие цели и оценить степень рискованности с учетом требований законодательства, затрат и интересов инвесторов. При разработке стратегии риск-менеджмента следует обратить внимание на толерантность ЛПР к риску. Процесс оценки риска сложно очистить от субъективности, связанность со степенью принятия риска конкретным управленцем.

Среди существующих инструментов оценки риска нами предложено использование нечетких лингвистических оценок степени риска, которые можно визуализировать в поле риска – графическую интерпретацию описываемой зависимости между уровнем риска, фактором-источником риска и выбранным методом риск-менеджмента на предприятии, детально рассмотренное на примере дорожного строительства [5]. Поле риска (рис. 3 – поле риска предприятия текстильной промышленности с фиксацией методов риск-менеджмента) позволяет в плоскостной графике нанести вероятность возникновения риска по мнению специалиста, а по другой шкале степень воздействия исследуемого фактора, например, ценовая волатильность сырья. Каждый вид риска и влияние фактора-источника оценивается по шкале от нуля до единицы. Если риск оценивается 1, это означает, что он имеет большое значение для компании, аналогично происходит оценивание влияние фактора как источника риска. Оценка происходит на основе линг-

вистических переменных с нечеткими границами:

- низкая (вероятность возникновения менее 25%), средняя (вероятность появления от 25% до 50%) или высокая (вероятность появления более 50%),

- невероятно, возможно, возможно, или почти наверняка,

- незначительное, маловероятное, вероятное, весьма вероятное, ожидаемое.

Затем нечеткие лингвистические переменные в ходе дефазификации (от fuzzy – нечеткий) преобразуются в цифровые значения, которые позволяют использовать пакет Matlab для визуализации двухфакторной зависимости и наложения ее на поле риска с целью выбора оптимального метода минимизации конкретного риска для компании.

Поле риска позволяет визуализировать риски, ранжировать их и группировать по способам управления рисками для их минимизации.



Рис. 3

Особое внимание следует уделить применению конкретных способов минимизации риска. Так, методы локализации и диссипации, используемые при высокой вероятности риска, характеризуют кризисное состояние предприятия. Конкретизация их инструментов заключается в локализации особо рискованных подразделений в венчурные проекты или переориентация бизнеса при диверсификации выпускаемой продукции. Для устойчивого функционирования предприятия текстильной промышленности традиционно используются методы уклонения – страхование и методы компенсации – анализ и мониторинг факторов,

способствующих увеличению вероятности риска компании.

Ценность поля риска в том, что оно отражает коллективную мудрость вовлеченных сторон, объективные оценки степени риска и подсознательное субъективное отношение к риску ЛПР.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в целях минимизации рисков для предприятий текстильной промышленности необходимо составление паспорта рисков конкретной компании и определение оптимального метода управления риском на основе визуализации зависимости уровня риска от его источника возникновения с помощью поля риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошечкин С.А. Концепция риска инвестиционного проекта. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.cfin.ru/finanalysis/koshechkin.shtml>
2. Технологическая платформа "Текстильная и легкая промышленность" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=38690
3. Kadarova J., Durkáčová M. Risk management in industrial companies // Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI), 2012 IEEE 10th International Symposium on. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/261311332_Risk_management_in_industrial_companies
4. Лускатов Н.Д. Оценка выбора метода управления предпринимательскими рисками при реализации дорожных проектов: Дис. ...канд. экон. наук. – 2013. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22350942>
5. Luskatov N., Luskatova O. Using of neural networks for risk-management of state investment projects // Life Science Journal. – V. 11, Is. 7, 2014. P.434..443. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/293254629_Using_of_neural_networks_for_risk-management_of_state_investment_projects

REFERENCES

1. Koshechkin S.A. Kontsepsiya riska investitsionnogo proekta. [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <https://www.cfin.ru/finanalysis/koshechkin.shtml>
2. Tekhnologicheskaya platforma "Tekstil'naya i legkaya promyshlennost'" [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=38690
3. Kadarova J., Durkáčová M. Risk management in industrial companies // Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI), 2012 IEEE 10th International Symposium on. [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa:

https://www.researchgate.net/publication/261311332_Risk_management_in_industrial_companies

4. Luskatov N.D. Otsenka vybora metoda upravleniya predprinimatel'skimi riskami pri realizatsii dorozhnykh proektov: Dis. ...kand. ekon. nauk. – 2013. Rezhim dostupa: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22350942>

5. Luskatov N., Luskatova O. Using of neural networks for risk-management of state investment projects // Life Science Journal. – V. 11, Is. 7, 2014. P.434...443.

– Rezhim dostupa: https://www.researchgate.net/publication/293254629_Using_of_neural_networks_for_risk-management_of_state_investment_projects

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 22.09.20.

УДК 677.024:533.924

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_34

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАЗМОМОДИФИЦИРОВАННЫХ
ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В УКРЕПЛЕНИИ СЛАБЫХ ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

**THE USE OF PLASMA-MODIFIED
GEOTEXTILE MATERIALS
IN STRENGTHENING THE WEAK FOUNDATIONS OF ROAD CLOTHING**

Е.А. СЕРГЕЕВА, Н.В. ТИХОНОВА, А.Р. ЮСУПОВА

E.A. SERGEEVA, N.V. TIKHONOVA, A.R. YUSUPOVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technological University)

E-mail: prof.sergeeva@gmail.com; sapr415@mail.ru

Охарактеризовано полимерное сырье и свойства геотекстильных материалов (ГМ). Представлены некоторые конструктивные решения по укреплению слабых оснований дорожных одежд с применением ГМ. Показано, что недостатком полипропиленовых (ПП) ГМ остается низкая длительная прочность. Также прочностные свойства снижаются при увлажнении ПП ГМ и повышении температуры. Установлено, что плазменная модификация ПП геотекстиля приводит к его гидрофобизации и росту прочности при растяжении на 15%. Армирование модифицированным геотекстилем дорожных одежд приводит к повышению общего модуля упругости слоя щебня на 20%, а несущей способности на 15%.

Polymer raw materials and properties of geotextile materials (GM) are characterized. Some design solutions for strengthening the weak foundations of road surfaces with the use of GM are presented. It is shown that the disadvantage of polypropylene (PP) GM is low long-term strength. Also, the strength properties are reduced when the PP GM is moistened and the temperature increases. It was found that the plasma modification of the PP geotextile leads to its hydrophobization and an increase in tensile strength by 15%. Reinforcement of road surfaces with modified geotextile leads to an increase in the overall modulus of elasticity of the crushed stone layer by 20%, and the load-bearing capacity by 15%.

Ключевые слова: геотекстиль, полипропилен, дорожные одежды, плазменная модификация, прочность.

Keywords: geotextile, polypropylene, road clothes, plasma modification, strength.

При организации дорожных покрытий на неуплотняемых слабых грунтах и устранения операций выемки и замены грунта эффективным представляется использование ГМ, причем в зависимости от состава грунта, гидротехнических и температурных особенностей ГМ могут быть различного функционального назначения, либо сочетающие несколько функций. Свойства ГМ зависят от свойств полимерного сырья, применяемого для их производства (рис. 1 – свойства материалов для изготовления ГМ (составлено авторами по данным [1]).

Сырье/ Свойства	Полиэфир	Полиамид	Полипропилен
Водостойкость	Хорошая	Снижение до 30% прочности при увлажнении	Хорошая
Биостойкость	Хорошая	Хорошая	Хорошая
Стойкость к кислотам/щелочам	Снижение прочности при pH>9	Снижение прочности при pH<5,5	Хорошая
Светостойкость	Хорошая	Плохая	Плохая
Механические свойства волокон	Хорошие	Хорошие	Низкая длительная прочность

Рис. 1

Согласно рис. 1 каждый материал имеет недостатки – полиэфир неустойчив к щелочным известковым и цементным слоям, в кислых средах ограничено применение полиамидных ГМ, а в условиях длительных воздействий нагрузки – полипропиленовых.

При укреплении слабых оснований дорожных одежд в дополнении к геотекстилю могут применяться георешетки и геосетки. Георешетки в основном производятся из полипропилена и полиэтилена и могут быть одноосными и двухосными. Одноосные георешетки имеют тонкие длинные отверстия, сообщающие высокую прочность решетке в направлении ее длины. Материал эффективен при армировании грунтовых склонов, стен, земляных насыпей, устоев мостов, а также на локальных участках со слабым основанием. Двухосные георешетки имеют квадратные отверстия и соответственно большее число узлов решетки, что положительно влияет на ее сопротивление деформации. Равномерность распределения отверстий по всей длине решетки сообщает ей одинаковую прочность, как по длине, так и по ширине. Геосетки производятся из полимерных лент или нитей, могут пропитываться полимерным составом для стабильности структуры и повышения разрывной нагрузки и имеют ячеистую структуру, заполняемую при применении сыпучими материалами для армирования дорог, имеющих слабый грунт.

На практике основа дорожной одежды переводит силовой потенциал в грунт, обеспечивая амортизационный эффект и снижение напряжения от воздействия транспорта. В структуре основания выделяют несущую часть, отвечающую за механическую стойкость, и вспомогательные слои, обеспечивающие, например, фильтрационные, дренажные и другие функции.

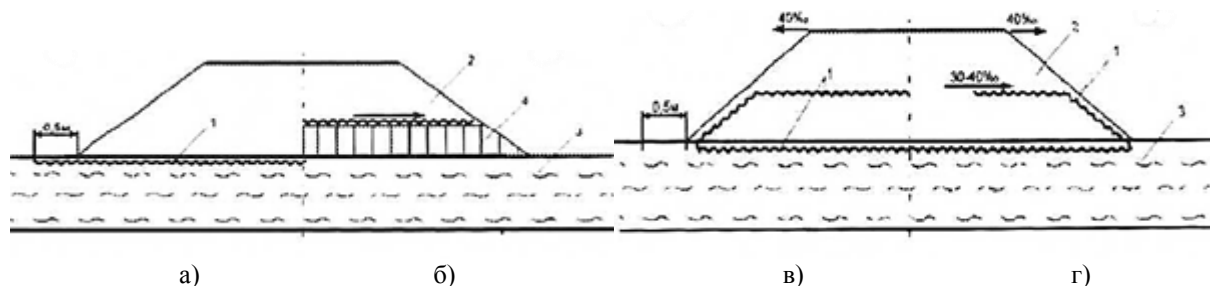


Рис. 2

Согласно рис. 2 (некоторые конструктивные решения при возведении насыпей на слабом основании с применением защитного (а, б) и защитно-армирующего (в,

г) слоев из ГМ) формирование защитных прослоек из ГМ на слабых основаниях происходит как путем простой укладки ГМ (а, б), так и с заключением нижней части насы-

пей в "обойму" для защиты откосов и достижения дополнительного эффекта армирования. В этом случае укладку полотен ГМ выполняют поперек оси насыпи, а к ГМ предъявляются дополнительные требования к показателям механических свойств, что делает предпочтительным использование нетканых иглопробивных термоупрочненных ГМ.

Известно, что в конструкциях оснований дорожных одежд наибольшее распространение получили полипропиленовые (ПП) ГМ, благодаря их экономичности и экологичности. Однако, как показано выше на рис. 1, основным недостатком ПП ГМ остается низкая длительная прочность. Установлено, что при постоянном увлажнении и понижении температуры ППГМ до -20°C происходит падение предела прочности при растяжении на 8...12%, и снижение деформативности на 29...32%, что нужно учитывать при применении ГМ в соответствующих природно-климатических зонах. Следовательно, необходимым остается повышение прочности ПП ГМ с одновременной гидрофобизацией их поверхности.

Придание новых свойств ПП волокнистым материалам возможно с применением механических, химических, композитных, электрофизических и физических методов. Согласно ранним исследованиям применение неравновесной низкотемпературной плазмы за счет воздействия на поверхностный нанослой волокнистого материала позволяет изменять требуемые характеристики, без ухудшения остального комплекса свойств. Так, посредством плазмен-

ного воздействия происходит упрочнение арамидных волокон [2], достигается существенная гидрофилизация ПП нити [3], закрепляется слой наночастиц, придающих антибактериальные свойства ПП нетканым материалам [4].

Для осуществления экспериментальных исследований влияния плазмы на свойства ПП ГМ установлен оптимальный режим плазменного воздействия, способствующий наибольшей гидрофобизации поверхности ПП ГМ: анодное напряжение 3,5 кВ, анодный ток 0,3 А, давление в вакуумной камере плазменной установки 26,6 Па, расход плазмообразующей смеси газов (70% аргона и 30% пропан-бутана) 0,04 г/с, время обработки 180 с.

Наглядно изображение капли жидкости на поверхности ПП ГМ представлено на рис. 3 (смачиваемость ПП ГМ до (а) и после (б) плазменной обработки). До плазменной обработки краевой угол смачивания поверхности ПП ГМ составлял 48° (а), а после модификации 59° (б), что свидетельствует о гидрофобизации материала. Прочность при растяжении в данном случае возросла на 15%, с сохранением показателя при воздействии воды.

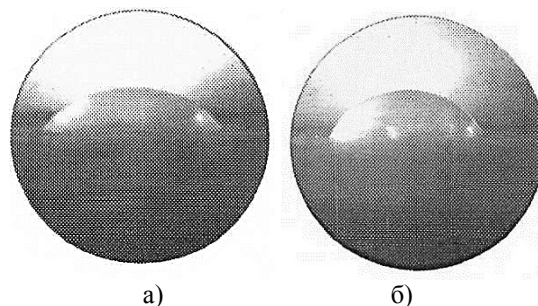
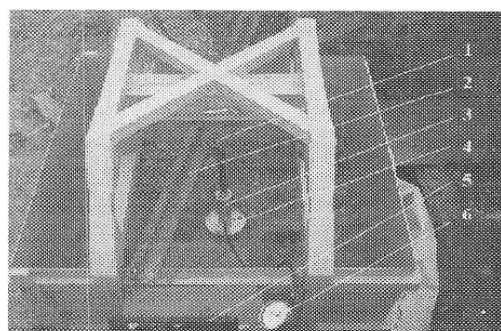
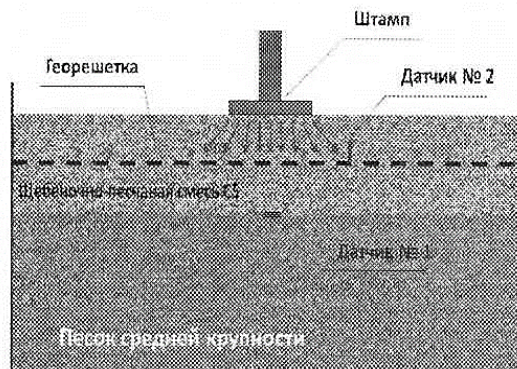


Рис. 3



а)



б)

Рис. 4

Для оценки деформативных свойств оснований дорожных одежд с применением исходных и плазмомодифицированных ГМ проводили штамповые испытания согласно рис. 4 (пример штампового лотка (а): 1 – прогибомер, 2 – балка реперная, 3 – цилиндр гидравлический, 4 – штамп, 5 – маслососная станция, 6 – манометр, схема испытания (б)).

Основание устраивали послойно из песка средней крупности с уплотнением до требуемого коэффициента пористости. Верхний слой основания выкладывали из гранитного щебня фракции 20...40 мм. ПП ГМ укладывали на контакте слоев из песка и щебня после определения деформативных характеристик песчаного основания.

Нагружение производили гидравлическими домкратами посредством штампов, устанавливаемых на слой щебня. Вокруг устраивался пригруз в размере веса лежащих выше слоев дорожных одежд. Значения нагрузок оценивались по данным торсионных измерителей нагрузки, расположенных на гидравлическом стенде, а осадки штампов – по показаниям прогибомеров 6-ПАО, находящихся на реперной системе, независимой от лотка. Результаты штамповых испытаний представлены в табл. 1 (характеристики неармированных (Эксперимент 1), армированных ПП ГМ (Эксперимент 2) и армированных плазмомодифицированным ПП ГМ (Эксперимент 3) оснований).

Т а б л и ц а 1

Показатели, единицы измерения	Эксперимент 1	Эксперимент 2	Эксперимент 3
Общий модуль упругости конструкции (статическое нагружение), МПа	83	98	100
Модуль упругости слоя щебня толщиной 10 см, МПа	380	1 100	1320
Несущая способность конструкции, МПа	0,14	0,30	0,34

Можно отметить значительный рост показателей деформативности слабых оснований дорожных одежд при армировании ПП ГМ, с повышением несущей способности конструкции в 2 раза. В дополнении плазменная модификация ПП ГМ приводит к росту общего модуля упругости слоя щебня на 20%, а его несущей способности на 15%.

В Ы В О Д Ы

1. Определены преимущества применения ПП геотекстиля для армирования оснований дорожных одежд, но выявлены потери длительной прочности материала при воздействии влаги.

2. Установлено, что в результате плазменной обработки в смеси газов аргон - (пропан- бутан) происходит рост краевого угла смачивания ПП ГМ и гидрофобизация материала, при этом прочность на растяжение повышается до 15%.

3. Выявлено, что укрепление модельных оснований дорожных одежд модифицированным геотекстилем привело к росту несущей способности конструкции в 2 раза.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог. ОДМ 218.5.003-2010. утв. распоряжением Росавтодора от 1 февраля 2010 г. № 71-р, Москва, 2010. -98 с.

2. *Сергеева Е.А., Ибатуллина А.Р., Костина К.Д.* Применение плазменной модификации для улучшения прочностных характеристик арамидного волокна // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1. С. 90...93.

3. *Абдуллина В.Х., Сергеева Е.А., Абдуллин И.Ш., Тихонова В.П.* Гидрофилизация полипропиленовой пленочной нити низкотемпературной плазмой пониженного давления // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 4. С. 129.

4. *Сергеева Е.А., Тимошина Ю.А.* Получение волокнистых текстильных материалов с антибактериальными свойствами путем модификации их по-

верхности наночастицами серебра // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №6. С. 108...111.

REFERENCES

1. Rekomendatsii po primeneniyu geosinteticheskikh materialov pri stroitel'stve i remonte avtomobil'nykh dorog. ODM 218.5.003-2010. utv. rasporyazheniem Rosavtodora ot 1 fevralya 2010 g. №71-r, Moskva, 2010. -98 s.

2. Sergeeva E.A., Ibatullina A.R., Kostina K.D. Primenenie plazmennoy modifikatsii dlya uluchsheniya prochnostnykh kharakteristik aramidnogo volokna // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, № 1. S. 90...93.

3. Abdullina V.Kh., Sergeeva E.A., Abdullin I.Sh., Tikhonova V.P. Gidrofilizatsiya polipropilenovoy plenochnoy niti nizektemperaturnoy plazmoy ponizhenogo davleniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2009, № 4. S. 129.

4. Sergeeva E.A., Timoshina Yu.A. Poluchenie voloknistykh tekstil'nykh materialov s antibakterial'nymi svoystvami putem modifikatsii ikh poverkhnosti nanochastitsami srebra // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, №6. S.108...111.

Рекомендована кафедрой конструирования одежды и обуви. Поступила 02.04.18.

УДК 687.076

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_38

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПОЛНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПУХА ДЛЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

STUDY OF THE METHOD OF DETERMINING THE FILLING CAPACITY OF FLUFF FOR GARMENTS

И.Ю. БРИНК, В.Ф. БОГДАНОВ, С.В. КУРЕНОВА

I.YU. BRINK, V.F. BOGDANOV, S.V. KURENOVA

(Институт сферы обслуживания и предпринимательства
(филиал) Донского государственного технического университета, г. Шахты)

(Institute of Services and Businesses (branch)
of the Don State Technical University, Shakhty)

E-mail: brinkivan@mail.ru; vb@bask.ru; kurenova@list.ru

В статье представлен анализ метода определения наполняющей способности пуха – Fill Power (FP) с точки зрения применимости результатов измерения для расчета плотности заполнения пакета изделий пухом. Показано, что FP – это интегральная характеристика неравномерно распределенной в стакане массы пуха, сжатой плунжером при низком давлении 14,8 Па. Выявлены факторы, определяющие некорректность методики и несоответствие условий эксперимента реальным условиям эксплуатации изделий с пуховым наполнителем.

The article presents an analysis of the method for determining the filling capacity of down - Fill Power (FP), from the point of view of the applicability of the measurement results for calculation of the fill density of a down package. It is shown that F.P. is an integral characteristic of a mass of down that distributed unevenly in a glass and compressed by a plunger at a low pressure of 14.8 Pa. Factors determining the incorrectness of the method and the inadequacy of the experimental conditions to the actual conditions of operation of packages with down filling are revealed.

Ключевые слова: пух, наполняющая способность, Fill Power, сжатие, пуховый пакет, пуховая одежда.

Keywords: down, filling ability, Fill Power, compression, down package, down clothes.

Качество пухового наполнителя оценивается с использованием двух основных параметров: по соотношению пуха и пера и по наполняющей способности – Fill Power (FP) [2]. Процентное соотношение пуха и пера в наполнителе определяется в соответствии с ГОСТ Р 53397-2009 "Сырье перопуховое. Технические условия", согласованным с европейским стандартом DIN EN 12934:1999. Типичные соотношения пуха и пера в наполнителе, который применяется в аутдор-снаряжении, изменяются от 93:7 до 80:20. Чем выше соотношение, тем большее качество наполнителя.

Показатель FP указывается на этикетке большинства спортивных пуховых изделий и рассматривается многими потребителями как самый важный фактор в определении качества пуха. Наполняющая способность в европейских странах определяется согласно стандарту EN 12130 Feather and down - Test methods - Determination of the filling power (massic volume), в США согласно методике IDFL (International Down and Feather Testing Laboratory). IDFL дает определение наполняющей способности FP, как "...объем, занимаемый удельным количеством пуха, при сжатии с определенным весом" [1]. Чем выше показатель FP, тем более качественный пух.

В России отсутствует аналог стандарта по определению наполняющей способности пуха. Поэтому необходимы соответствующие исследования.

Методика [1] включает следующие операции. Образец пробы пухового наполнителя кондиционируется, взвешивается и помещается в большой цилиндрический стакан.

Пуховую массу в стакане аэрируют и затем придавливают плунжером, передавая ему одноосное сжатие, до тех пор, пока он не перестанет оседать. После этого измеряется высота пуха под плунжером, вычисляется объем, занятый пухом. Наполняющая

способность определяется как частное от деления объема пуха на массу пробы.

Есть ряд отличий поведения пуховой массы в стеклянном стакане во время эксперимента по определению показателя FP и поведением пуховой массы в пакете во время эксплуатации швейного изделия. В изделии при его сжатии воздух из пуховой массы под воздействием нагрузки выдавливается во все стороны, а в стакане только вверх. Под нагрузкой пуховая масса в изделии сжимается равномерно по всей толщине пакета, в то время как в стакане пух сжимается неравномерно [2].

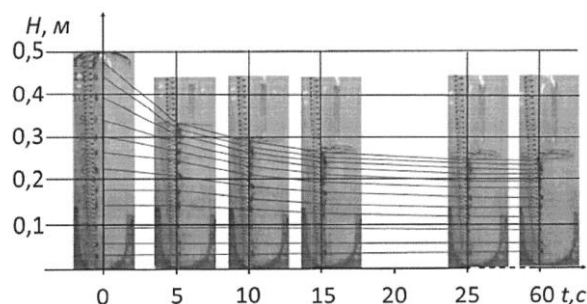


Рис. 1

Для доказательства данного утверждения было исследовано послонное сжатие пуха в процессе измерения показателя FP. Диаметр стакана (241 мм), навеска пуха (28,4 г) и нагрузка плунжера (14,8 Па) соответствовали стандарту IDFL. Для увеличения наглядности эксперимента в стакане, заполненном массой аэрированного белого гусиного пуха, были расположены 12 меток из серых пушин гагачьего пуха (рис. 1). Величина интервала между метками характеризует толщину соответствующего слоя пуховой массы. На рис. 1 представлены графики изменения положения каждой метки в процессе сжатия. Для наглядности график размещен на фоне кинограммы, состоящей из шести отдельных кадров, демонстрирующей процесс сжатия пуховой массы в стакане. В нулевой момент времени пух начи-

нал сдавливаясь плунжером, и каждые 5 секунд фиксировалась степень сжатия. Продолжительность эксперимента составила 60 с до полной стабилизации изменения высоты столба пуховой массы.

Полученные данные свидетельствуют, что масса пуха, располагавшаяся внизу до уровня 0,1 м, практически не сжалась в процессе эксперимента. В первые пять секунд резко изменилась толщина только верхних слоев пуховой массы, располагавшихся первоначально в диапазоне 0,2...0,5 м.

Представленные на рис. 2 зависимости характеризуют нелинейность изменения упругой деформации пуховой массы от первоначального положения метки в столбе пуховой массы в процессе сжатия плунжером.

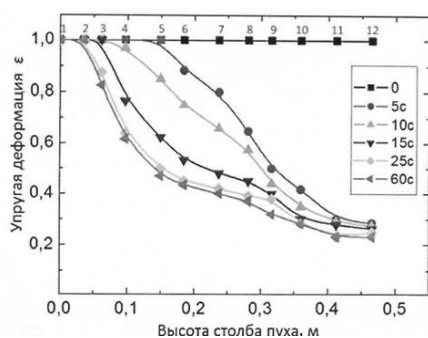


Рис. 2

Такое поведение пуховой массы в процессе сжатия объясняется следующими факторами: одноосным выдавливанием воздуха из массы пуха через плунжер, трибозлектрическим и механическим трением о стенки стакана, кажущейся вязкостью пуховой массы [3]. Пропорционально упругой деформации слоев изменяется и послойная плотность, которая также нелинейно распределена по высоте сжатого в процессе эксперимента столба пуховой массы.

При исследовании пуховой массы в стакане наблюдаются отклонения от закона Гука. На рис. 3 представлена послойная зависимость модуля упругости E пуха в стакане при приложении давлений в диапазоне от 14,8 до 20,5 Па (черные маркеры). Послойное давление измерялось как сумма давления плунжера плюс давление, оказы-

ваемое вышележащими слоями пуха в стакане. Эти давления послойно возникают по высоте столба пуховой массы при одноосном сжатии в стакане при измерении наполняющей способности. Изменение модуля упругости линейно аппроксимируется (красная линия).

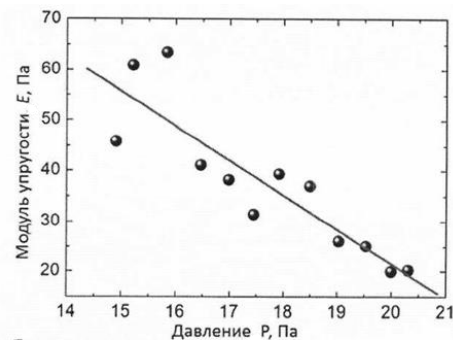


Рис. 3

Данные показывают, что при сжатии пуха в стакане модуль упругости в приведенном диапазоне давлений уменьшается в 3 раза. Это обусловлено начальными условиями эксперимента, когда пуховая масса подверглась кондиционированию и ее объем в начальный момент времени не был ограничен никаким осевым давлением. Значительное изменение модуля упругости связано с тем, что в кондиционированном состоянии бородки пушин практически не сцеплены друг с другом, а в процессе сжатия происходит интенсивное взаимопроникновение бородок. Кроме того, большое влияние оказывает трение слоев о стенки стакана.

Этим графиком демонстрируется отличие поведения модуля упругости при сжатии пакетов, который в диапазоне до 50 Па остается практически неизменным, и при сжатии в стакане, где он послойно изменяется практически в 3 раза при изменении давления от 14,8 до 20,5 Па.

Необходимо отметить, что давление 14,8 Па, при котором производится определение наполняющей способности пухового наполнителя, приблизительно соответствует давлению на стенку потока воздуха при ветре, имеющем скорость около 5 м/с [4], то есть результаты теста определения могут только в небольшой мере характери-

зовать поведение пухового пакета одежды при ограниченном ветре.

ВЫВОДЫ

Показатель FP – интегральная характеристика неравномерно распределенной в стакане массы пуха, сжатой плунжером при низком давлении 14,8 Па. На полученный результат оказывают влияние краевые эффекты: трение пуховой массы о стенку стакана, трибоэлектрический эффект, одноосное выдавливание воздуха из пуха. Пуховые пакеты швейных изделий в процессе эксплуатации испытывают более высокие давления, и пух в них сжимается равномерно, поэтому показатель FP не может напрямую использоваться для расчета оптимальной плотности заполнения пакета изделия пухом.

ЛИТЕРАТУРА

1. IDFL, 2011. Evaluation of Fill Power Conditioning Methods. IDFL News, July. P.1...7.
2. Бринк И.Ю., Сергеенко С.Н., Рукавишникова А.С. Закономерности кинетики сжатия объемного несвязного утеплителя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №3. С.70...75.
3. Сергеенко С.Н., Бринк И.Ю., Лопатченко

Т.Н., Базылев А.В. О деформации объемных теплоизоляционных материалов при сжатии. Исследование одноосного сжатия // Материаловедение. – 2003, №1. С. 16...21.

4. Черунова И.В., Ковалева А.А., Марков Д. Исследование технологических способов формирования повышенной формоустойчивости деталей теплозащитной одежды // Инженерный вестник Дона. – 2017, №3 ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4371.

REFERENCES

1. IDFL, 2011. Evaluation of Fill Power Conditioning Methods. IDFL News, July. P.1...7.
2. Brink I.Yu., Sergeenko S.N., Rukavishnikova A.S. Zakonomernosti kinetiki szhatiya ob"emnogo nesvyaznogo uteplitelya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, №3. S.70...75.
3. Sergeenko S.N., Brink I.Yu., Lopatchenko T.N., Bazylev A.V. O deformatsii ob"emnykh teploizolyatsionnykh materialov pri szhatii. Issledovanie jednoosnogo szhatiya // Materialovedenie. – 2003, №1. S. 16...21.
4. Cherunova I.V., Kovaleva A.A., Markov D. Issledovanie tekhnologicheskikh sposobov formirovaniya povyshennoy formoustoychivosti detaley teplozashchitnoy odezhdy // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2017, №3 ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4371.

Рекомендована кафедрой конструирования, технологии и дизайна. Поступила 06.12.19.

УДК 677.014/017.42
DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_41

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ ВОЛОКОН И НИТЕЙ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА РАЗРЫВНОЙ МАШИНЕ КОПРОВОГО ТИПА

EVALUATION OF THE DEFORMATION OF FIBERS AND THREADS WHEN TESTED ON A BURSTING MACHINE OF THE KOPR TYPE

А.В. ОРЛОВ, Е.Л. ПАШИН

A.V. ORLOV, E.L. PASHIN

(Костромской государственной университет,
Костромская государственная сельскохозяйственная академия)

(Kostroma State University,
Kostroma State Agricultural Academy)

E-mail: evgpashin@yandex.ru

В статье дано обоснование способа оценки деформации волокон и нитей при одноосном растяжении до разрыва на машине копрОВОГО типа с учетом случайных помех угловых скоростей ее активного рабочего органа. Расчеты

основаны на определении моментов времени от начала нагружения до достижения разрывного усилия и от этого момента до полного разрушения нити. Разработан алгоритм и программная реализация расчетов, экспериментальная проверка которых подтвердила возможность определения деформаций волокон и нитей с разными свойствами.

The article provides a substantiation of the method for assessing the deformation of fibers and threads under uniaxial tension to rupture on a hammer-type machine, taking into account random disturbances in the angular velocities of its active working body. The calculations are based on determining the moments of time from the beginning of loading to reaching the breaking force and from this moment to the complete destruction of the thread. An algorithm and software implementation of calculations was developed, the experimental verification of which confirmed the possibility of determining the deformations of fibers and threads with different properties.

Ключевые слова: волокно, разрывная машина, испытание, разрывная нагрузка, деформация, маятник, угловая скорость.

Keywords: fiber, tensile machine, test, breaking load, deformation, pendulum, angular velocity.

В [1] представлены основы нового способа испытания волокон, нитей и пряжи (далее нить) при одноосном растяжении и разрыве. Его характерной особенностью является контроль изменения во времени угловой координаты с последующим расчетом скорости и ускорения маятника с активным зажимом нити. Зная минимальное ускорение $\dot{\varphi}_{\min}$ и время его формирования t_{\min} , становится возможным расчет разрывного усилия P_{\max} . Время начала и завершения изменения ускорения маятника при разрыве в сопоставлении с ускорением при холостом ходе (без нити) позволяет примерно определить деформацию нити. Однако, согласно [2...4], более точное знание общей деформации от начала нагружения до t_{\min} и после этого момента времени до полного разрушения представляет практический интерес, что и стало целью настоящей работы.

Применительно к рассматриваемому способу испытания [1] выделено три этапа изменения угловой скорости маятника с активным зажимом в условиях холостого и рабочего перемещений с интервалами времени: I – $t_1 \dots t_2$, II – $t_2 \dots t_3$, III – $t_3 \dots t_4$ (рис. 1 – изменения угловой скорости маятника $\dot{\varphi}$

с полем ошибок: 1 – холостой ход, 2 – рабочий ход, 3 – свободный ход после разрыва).

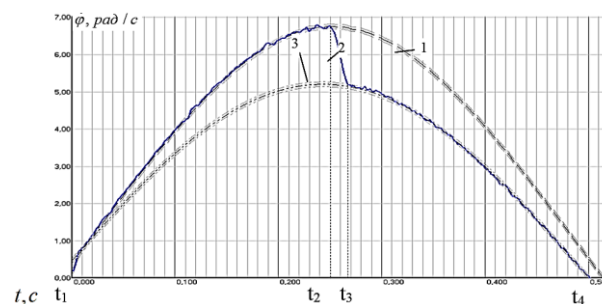


Рис. 1

По совокупности причин при определении угловой скорости имеют место погрешности, представленные на рисунке в виде полей случайных отклонений. Они обусловлены возможными деформациями пассивных и активных элементов конструкции разрывной машины [5], что отражается на результатах измерения. Для определения деформационных характеристик наибольший интерес представляет второй этап, по длительности которого можно судить об общей деформации нити. Согласно [1] начало этого этапа в момент времени t_2 будет иметь место в окрестности точки траек-

тории маятника, где нить начнет противодействовать его движению. Для предложенной конструкции разрывной машины этому будет соответствовать положение маятника в нижней точке траектории перемещения его центра тяжести. Поэтому в расчетах именно эту точку принимаем, как начальную (нулевую) для отсчета угловой координаты, то есть $\varphi(t_2) \approx 0$. Тогда при перемещении маятника до ее достижения значения угловой координаты будут отрицательными, а после нее – положительными.

Для фиксации момента начала процесса растяжения t_2 важно определить момент времени, при котором начнет формироваться отклонение $\Delta\dot{\varphi}(t)$ угловой скорости рабочего хода $\dot{\varphi}_{\text{раб}}(t)$ от холостого $\dot{\varphi}_{\text{хол}}(t)$:

$$\Delta\dot{\varphi}(t) = \dot{\varphi}_{\text{раб}}(t) - \dot{\varphi}_{\text{хол}}(t). \quad (1)$$

С учетом этого первое приближение для величины t_2 будет соответствовать моменту времени t_2' , когда $\varphi(t_2') = 0$. Однако существование полей случайных отклонений требует уточнения указанного выше приближения.

Рассмотрим величину $\Delta\dot{\varphi}(t)$ в интервале $t \in [0; t_2']$. В этот период нить не оказывает значительного влияния на ход маятника. Поэтому можно считать, что величина $\Delta\dot{\varphi}(t)$ определяется в основном механическими погрешностями системы, а $\dot{\varphi}_{\text{раб}}(t) \approx \dot{\varphi}_{\text{хол}}(t)$. Приняв допущение об изменении указанных выше случайных отклонений скоростей по закону нормального распределения, возможен расчет их доверительного интервала $\theta_{\Delta\dot{\varphi}}$. Тогда условием, определяющим начало второго этапа разрыва, а значит и время t_2 , будет выход величины $\Delta\dot{\varphi}(t)$ за границы доверительного интервала:

$$\dot{\varphi}_{\text{раб}}(t_2) < \dot{\varphi}_{\text{хол}}(t_2) - \theta_{\Delta\dot{\varphi}}. \quad (2)$$

Определение времени окончания полной деформации нити t_3 требует знания за-

кона изменения угловой скорости маятника на третьем этапе, где влияние нити отсутствует. Допустим, что изменение угловой скорости $\dot{\varphi}_{\text{раб}}(t)$ соответствует гармоническому закону синуса, согласно колебательному движению свободного маятника:

$$\dot{\varphi}_{\text{раб}}(t) = V \sin\left(2\pi \frac{t + \tau}{T}\right), \quad (3)$$

где V – амплитуда колебаний; T – период колебаний; τ – фаза.

Фазу колебаний τ определяем, зная период колебаний T с учетом условия $\dot{\varphi}_{\text{раб}}(t_4) = 0$. Величину амплитуды V определим, учитывая запас энергии маятника E , а именно по углу подъема маятника после разрыва нити. При наличии информации о конструкции маятника и его массе амплитуду V определим по формуле:

$$V = \sqrt{\frac{2E}{I}} = \sqrt{\frac{2mg\ell(1 - \cos\phi_k)}{I}}, \quad (4)$$

где m – масса маятника; ℓ – расстояние от оси до центра масс маятника; I – момент инерции маятника; ϕ_k – угол подъема маятника после разрыва.

В итоге задача сводится к определению периода колебаний T . Для этого осуществим аппроксимацию значений $\dot{\varphi}_{\text{раб}}(t)$ на интервале $t \in [t_3; t_4]$. Допустим, что эти значения также распределены по гармоническому закону, представленному зависимостью (3). В качестве критерия, определяющего качество аппроксимации, примем сумму квадратов разностей $\sum (\dot{\varphi}(t) - \dot{\varphi}_{\text{аппрок}}(t))^2$. В этом случае выбор искомого значения T возможен с применением метода дихотомии, как наиболее простого в реализации и обладающего достаточно малой вычислительной сложностью. Однако для определения аппроксимируемого набора данных необходимо знать приближенное значение t_3' . Условием такого приближения будет минимум величины $\Delta\dot{\varphi}(t)$ на интервале

$t \in [t_2; t_4]$ с учетом условия $\dot{\phi}_{\text{раб}}(t_4) = 0$.
 Найдя приближение t_3' , становится возможным аппроксимировать изменение по (3) величины $\dot{\phi}_{\text{раб}}(t)$ на интервале $t \in [t_3'; t_4]$ с применением метода дихотомии. В качестве начального диапазона возможных значений примем диапазон $T \in [0,5t_2; 2t_4]$. Тогда, с учетом величин V, T, τ становится возможным установить закономерность изменения $\dot{\phi}_{\text{аппрок}}(t)$ после полного разрушения нити.

Наличие $\dot{\phi}_{\text{аппрок}}(t)$ является основой для определения времени начала третьего этапа ($t_3 \dots t_4$). Для этого применим тот же метод, что и при нахождении момента времени t_2 . Аналогично оценим величину доверительного интервала $\theta_{\Delta\phi_3}$ значений разности $\Delta\dot{\phi}(t) = \dot{\phi}_{\text{раб}}(t) - \dot{\phi}_{\text{аппрок}}(t)$, формирующихся во временном промежутке $t \in [t_3'; t_4]$. Тогда момент t_3 будет определяться неравенством:

$$\dot{\phi}_{\text{раб}}(t_3) > \dot{\phi}_{\text{аппрок}}(t_3) + \theta_{\Delta\phi_3} \quad (5)$$

Наибольшее значение t_3 , согласно (5), будет являться искомым временем начала этапа III.

Зная момент времени $t_{P_{\text{макс}}}$, при котором формируется $P_{\text{макс}}$, а также время t_2 и t_3 , появляется возможность определения общей и составляющих деформации нити.

Обобщение изложенных вычислений представлено на рис. 2 (блок-схема опера-

ций для определения деформаций при разрыве).

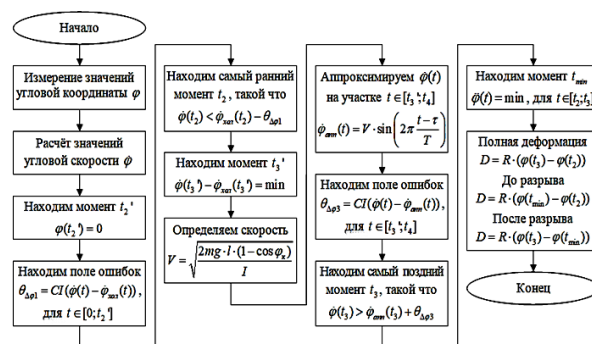


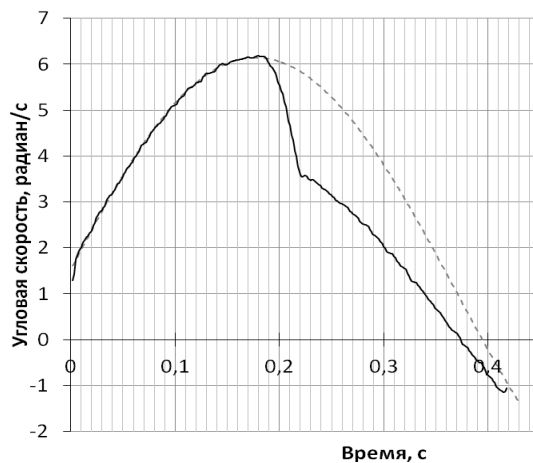
Рис. 2

Она явилась основой для создания программы для ЭВМ, как составной части инструментальной системы (ИС) испытания с использованием новой разрывной машины копрового типа. Проверку эффективности алгоритма расчета деформаций провели с использованием различных по составу, свойствам и характеру деформирования при разрыве нитей. Испытания провели при стандартных межзажимных расстояниях с использованием созданной ИС, обеспечивающей определение работы разрыва, разрывного усилия и деформаций. Дополнительно, для понимания явлений, происходящих при разрыве, ИС обеспечивает визуализацию изменения угловой скорости перемещения активного зажима при разрыве нитей.

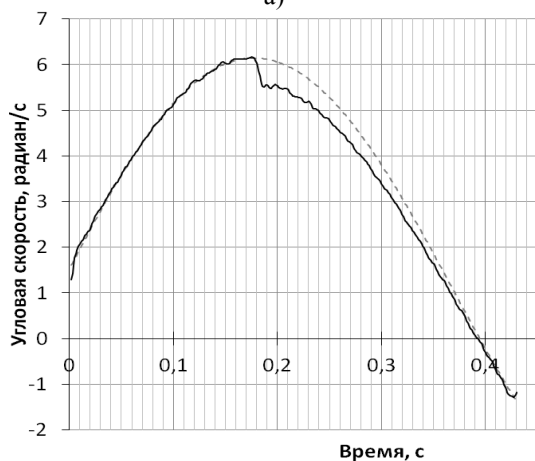
Результаты испытания представлены в табл. 1, а на рис. 3, в качестве примера, – графические зависимости угловых скоростей для хлопковой пряжи и углеродной нити.

Т а б л и ц а 1

Вид материала, волокнистый состав	Усилие разрыва, $R_{\text{раз}}, \text{Н}$	Работа разрыва, $A_{\text{раз}}, \text{мДж}$	Относительная деформация до $R_{\text{раз}}, \%$	Относительная деформация после $R_{\text{раз}}, \%$
Пряжа, хлопок	22,3±0,2	186,7±6,1	2,2±0,50	1,1±0,40
Нить, углерод	14,0±0,8	59,6±3,3	0,7±0,05	0,3±0,02
Нить, лавсан	20,7±0,8	565,0±12,5	11,7±0,50	1,1±0,50
Волокно льняное трепаное стланцевое (параметры навески по ГОСТ10330–76)	141,8±12,0	407,3±31,3	1,6±0,36	1,2±0,43



а)



б)

Рис. 3

Полученные результаты свидетельствуют о соответствии деформационных характеристик общепризнанным сведениям об испытываемых материалах. В частности, наименьшая полная деформация при разрыве характерна для углеродной нити, а наибольшая – для лавсановой. С учетом разрывного усилия и величины деформации наибольшей работой разрыва обладает льняное волокно и хлопковая пряжа, а наименьшей – углеродная нить. Эти различия подтверждаются графиками угловых скоростей (рис. 3 – изменение угловой скорости маятника при испытании хлопковой пряжи (а) и углеродной нити (б)).

ВЫВОДЫ

1. Для расчета составляющих полной деформации нити необходимо определять интервалы времени от начала нагружения до достижения максимального разрывного усилия P_{\max} и от этого момента до полного

разрушения нити. Время достижения P_{\max} определяется по методу, указанному в [1]. При расчетах следует учитывать случайные отклонения угловых скоростей активного зажима на маятнике, обусловленные погрешностями испытательной системы.

2. Момент времени начала растяжения нити следует определять по минимальной разности скоростей маятника при его холостом перемещении и в условиях разрыва. Время окончания полного разрушения нити вытекает из условия совпадения рабочей скорости маятника с предварительно рассчитанной скоростью его перемещения на завершающем этапе испытания после полного разрушения.

3. Экспериментальная проверка предложенного алгоритма расчета общей деформации и ее составляющих при одновременной визуализации изменения кинематических параметров активного зажима разрывной машины подтвердила возможность его практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашин Е.Л., Орлов А.В. Испытательная система контроля разрывных характеристик волокон и нитей при скоростном растяжении // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2019. Т. 85, №2. С. 60...64.
2. Hearle J.W.S., Morton W.E. Physical Properties of Textile Fibres. – England, Cambridge, 2008.
3. Севостьянов П.А., Забродин Д.А., Дасюк П.Е. Компьютерное моделирование в задачах исследования текстильных материалов и производств. – М.: Тисо Принт, 2014.
4. Грушина Ю.С. и др. Автоматизация метода испытания на ударную прочность геосинтетических материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №3. С.223...226.
5. Ветрова Ю.С. и др. Расширение функциональных возможностей метода испытания на динамическое продавливание геосинтетических материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №2. С.267...270.

REFERENCES

1. Pashin E.L., Orlov A.V. Ispytatel'naya sistema kontrolya razryvnykh kharakteristik volokon i nitey pri skorostnom rastyazhenii // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. – 2019. T. 85, №2. S. 60...64.
2. Hearle J.W.S., Morton W.E. Physical Properties of Textile Fibres. – England, Cambridge, 2008.

3. Sevost'yanov P.A., Zabrodin D.A., Dasyuk P.E. Komp'yuternoe modelirovanie v zadachakh issledovaniya tekstil'nykh materialov i proizvodstv. – M.: Tiso Print, 2014.

4. Grushina Yu.S. i dr. Avtomatizatsiya metoda ispytaniya na udarnuyu prochnost' geosinteticheskikh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №3. S.223...226.

5. Vetrova Yu.S. i dr. Rasshirenje funkcional'nykh vozmozhnostey metoda ispytaniya na dinamicheskoe prodavlivanie geosinteticheskikh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №2. S.267...270.

Рекомендована кафедрой технических систем в АПК КГСА. Поступила 06.12.19.

УДК 677.865.3
DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_46

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ВОРСОВОГО ПОКРОВА В ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОФЛОКИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОРИЕНТАЦИИ ВОРСА

THEORETICAL ANALYSIS OF PILE COVER FORMATION IN ELECTROFLOCKING TECHNOLOGY BASED ON A PILE ORIENTATION MODEL

О.М. ИВАНОВ, Т.А. АНИСИМОВА

O.M. IVANOV, T.A. ANISIMOVA

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)

(St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design)

E-mail: in.tek-moda@yandex.ru

В работе проведен теоретический анализ модели формирования ворсового покрова, основанный на представлении об ориентации ворса. Показана взаимосвязь относительной ориентации ворса с относительной плотностью ворсового покрова, которая носит общий характер и не зависит от параметров ворса и условий его нанесения. Выявлено существенное влияние начальной ориентации ворса на скорость достижения требуемой плотности ворсового покрова.

The paper presents a theoretical analysis of the pile cover formation model, based on the notion of pile orientation. The relationship of the relative orientation of the pile with the relative density of the pile cover, which is of a general nature and does not depend on the parameters of the pile and the conditions of its application, is shown. A significant effect of the initial orientation of the pile on the rate of achievement of the required density of the pile cover was revealed.

Ключевые слова: ворс, электрическое поле, нормальное распределение, поверхностная плотность, ориентация ворса.

Keywords: pile, electric field, normal distribution, surface density, orientation of pile.

Процесс формирования ворсового покрова в технологии электрофлокирования [1], [4] осуществляется путем нанесения коротких заряженных волокон (0,5...3,0 мм), ориентированных в электрическом поле высокого напряжения на поверхность, покрытую клеевым составом.

Нанесение ворса на лабораторной установке происходит в электрическом поле, сформированном двумя электродами. Верхний электрод представляет собой бункер с сетчатым дном. К нему подключают источник высокого напряжения. Благодаря вибрации бункера ворс сквозь сетку проникает в пространство между электродами, где приобретает заряд и движется к нижнему электроду, на котором расположен материал, покрытый клеевым составом. Напряженность электрического поля определяется разностью потенциалов и расстоянием между электродами и обычно составляет от 3 до 6 кВ/см.

Заряд ворсинок распределен по их длине [2], [3] и обеспечивает их ориентацию вдоль силовых линий. Достигнув нижнего электрода, они либо внедряются в клеевой слой и закрепляются, либо, наткнувшись на ранее закрепившуюся ворсинку, перезаряжаются и возвращаются к верхнему электроду. Постепенно происходит заполнение всей площади материала. Внедрившиеся ворсинки ориентированы достаточно хаотично, но центром распределения по углам наклона можно считать вертикаль (рис. 1 – увеличенное изображение среза флокированного образца). В ряде работ [1], [4], [5] было показано, что распределение ворсинок по углам наклона близко к нормальному распределению и характеризуется параметром распределения σ . Следовательно, количественно ориентацию можно характеризовать этим параметром. Чем меньше его значение, тем лучше ориентация ворсинок.

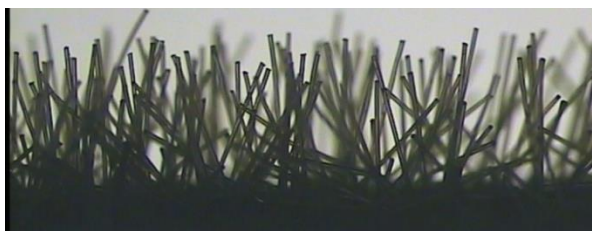


Рис. 1

Анализ процесса формирования ворсового покрова.

Процесс заполнения ворсинками всей площади можно представить следующим образом [5]: в первый момент в клеевом слое закрепляются все ворсинки, достигшие клеевой поверхности, по мере роста их количества на поверхности, сокращается размер промежутков между ними и достичь клеевой поверхности могут только те ворсинки, которые лучше ориентированы. В конце концов вся площадь будет перекрыта, и новые ворсинки проникнуть в клеевой слой уже не могут.

В свете сказанного распределение ворсинок по углам наклона к вертикали должно изменяться по мере возрастания их поверхностной плотности. Это можно представить, как изменение параметра ориентации σ (рис. 2 – плотность распределения ворса по углам наклона к вертикали: 1 – начальное распределение, 2 – конечное распределение).

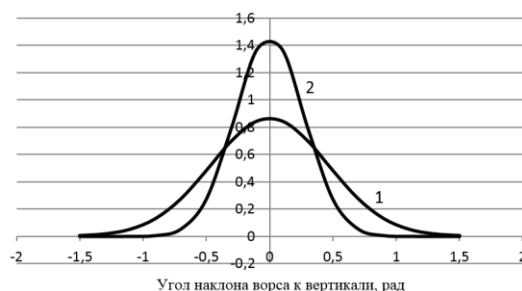


Рис. 2

Математически скорость роста поверхностной плотности ворсового покрова будет выглядеть следующим образом [4], [5]:

$$\frac{dn}{dt} = 2P\Phi\left[\frac{\pi}{2}\left(1 - \frac{\ell d}{\sqrt{2\pi}}\sigma n\right)\right] \quad (1)$$

где P – скорость поступления ворса к поверхности материала, $1/(\text{мм}^2 \cdot \text{с})$; ℓ – длина ворса, мм; d – диаметр ворса, мм; n – количество ворсинок на 1 мм^2 ; σ – параметр распределения ворсинок по углам наклона, рад.

Здесь $\Phi(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^X e^{-X^2/2} dX$ – интеграл вероятности. Аргументом функции яв-

ляется верхний предел интегрирования $X = \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{ld}{\sqrt{2\pi}} \sigma n\right)$.

С другой стороны, на основе обширных экспериментальных данных о зависимости плотности ворсового покрова от длительности нанесения получено соотношение [5], [6] вида:

$$n(t) = n_{\max}(1 - e^{-t/\tau}) \quad (2)$$

где τ – постоянная времени, определяющая скорость роста плотности ворсового покрова, с; t – продолжительность нанесения ворса, с; n_{\max} – предельная плотность ворсового покрова, $1/\text{мм}^2$.

Эта зависимость, как показали многочисленные исследования, хорошо описывает динамику изменения плотности ворсового покрова. Ее можно представить, как взаимосвязь относительной плотности ворсового покрова и относительной продолжительности флокирования:

$$\frac{n}{n_{\max}} = f(t/\tau) = 1 - e^{-t/\tau} \quad (3)$$

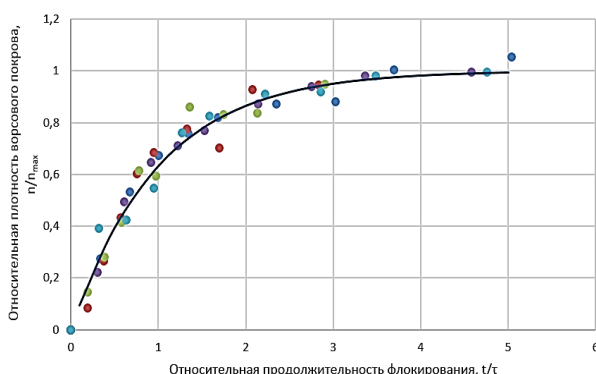


Рис. 3

Универсальный характер зависимости подтверждается тем, что для любого ворса и условий нанесения ее вид сохраняется

неизменным. На рис. 3 представлена кривая (3) и экспериментальные значения относительной плотности ворсового покрова для пяти серий при различных условиях флокирования и для различного ворса.

Производная функции (2) будет равна:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{n_{\max}}{\tau} e^{-t/\tau} \quad (4)$$

Объединим полученные соотношения (1) и (4), учитывая связь $\tau = n_{\max}/P$ [6], и получим следующее соотношение:

$$\Phi \left[\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{ld}{\sqrt{2\pi}} \sigma n\right) \right] = \frac{1}{2} e^{-t/\tau} \quad (5)$$

Таким образом, в первый момент времени ($t = 0$; $n = 0$) в клеевой слой внедряются все ворсинки (угол наклона от 0 до $\pi/2$), а по мере роста плотности ворсового покрова до $n = n_{\max}$ значение X сокращается до 0:

$$\sigma_{\max} = \sigma(n_{\max}) = \frac{\sqrt{2\pi}}{ldn_{\max}} \quad (6)$$

Если характер взаимосвязи (3) признать обоснованным, то, используя его и (6), мы можем записать соотношение (5) в следующем виде:

$$\Phi \left\{ \frac{\pi}{2} \left[1 - \frac{\sigma}{\sigma_{\max}} (1 - e^{-t/\tau}) \right] \right\} = \frac{1}{2} e^{-t/\tau} \quad (7)$$

Результаты численных расчетов зависимости относительной ориентации σ/σ_{\max} и относительной плотности ворсового покрова n/n_{\max} от относительной длительности флокирования t/τ на основе соотношения (7) представлены в табл. 1 (взаимосвязь относительных параметров процесса флокирования).

Таблица 1

t/τ	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
n/n_{\max}	0,095	0,393	0,632	0,777	0,864	0,918	0,95	0,97	0,982	0,989	0,993
σ/σ_{\max}	1,268	1,161	1,10	1,055	1,031	1,018	1,0105	1,0063	1,0038	1,0023	1,0014

Полученная зависимость $\sigma/\sigma_{\max} = f(n/n_{\max})$ является линейной (рис. 4 – зависимость относительной ориентации от относительной плотности ворсового покрова) и универсальной для ворса любых геометрических размеров и для любых условий нанесения. Математически полученное соотношение с достоверностью 0,9958 выглядит следующим образом:

$$\sigma/\sigma_{\max} = 1,286 - 0,286 n/n_{\max}. \quad (8)$$

Первое важное следствие – это постоянство соотношения: $\sigma_0/\sigma_{\max} = 1,286$. Это означает, что при неизменном режиме флокирования начальная ориентация ворса определяет его конечную ориентацию, соответствующую предельной плотности ворсового покрова, и, тем самым, ориентацию в любой момент времени.

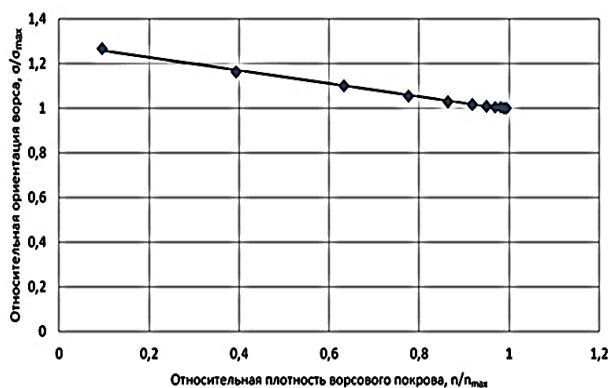


Рис. 4

Аналогичное положение вытекает из зависимости относительной ориентации от относительной продолжительности процесса флокирования $\sigma/\sigma_{\max} = f(t/\tau)$.

Эта зависимость не является линейной и ее можно записать следующим образом:

$$\sigma/\sigma_{\max} = 0,286 e^{-t/\tau} + 1. \quad (9)$$

Ее следствие аналогично предыдущему: в начальный момент времени параметр ориентации в 1,286 раз больше конечного значения. Динамика формирования ворсового покрова определяется ориентацией ворса в начальный момент, то есть ориентацией ворса, подлетающего к поверхности материала.

Попробуем оценить влияние начальной ориентации ворса на производительность процесса. Относительную продолжительность (t_0/τ) формирования заданной плотности ворсового покрова n_0 можно определить как:

$$t_0/\tau = \ln(1 - n_0/n_{\max}). \quad (10)$$

Используя (6) и то, что $\sigma_{\max} = \sigma_0/1,286$, можно записать:

$$t_0/\tau = \ln\left(1 - \ell d n_0 \sigma_0 / (1,286 \sqrt{2\pi})\right). \quad (11)$$

Это соотношение позволяет рассчитать, насколько изменится время формирования заданной плотности ворсового покрова n_0 , если изменится начальная ориентация ворса.

Для ворса длиной $\ell = 1$ мм, $d = 0,02$ мм и линейной плотности $T = 0,33$ текс при заданном значении плотности ворсового покрова $n_0 = 80$ г/м² и постоянной времени 10 с изменение начальной ориентации от 14,5 до 10° приведет к сокращению необходимого времени в 1,5 раза, что позволит существенно увеличить производительность процесса.

ВЫВОДЫ

1. Предложена и обоснована на теоретическом и экспериментальном уровне обобщенная модель формирования ворсового покрова при нанесении заряженного ворса в электрическом поле.

2. Обоснована взаимосвязь относительной ориентации ворса и относительной плотности ворсового покрова для любого ворса, который может быть использован в технологии электрофлокирования.

3. Показана однозначная взаимосвязь ориентации ворса при достижении предельной плотности ворсового покрова с начальной ориентацией ворса на поверхности материала.

4. Показано существенное влияние начальной ориентации ворса на эффективность (производительность) технологического процесса электрофлокирования.

1. *Иванов О.М.* Теоретические аспекты технологии электрофлокирования. – СПб., СПГУТД, 2004.
2. *Иванов О.М., Бабина Н.А., Безносова В.В.* Расчет заряда ворса в технологии электрофлокирования при нелинейном распределении плотности заряда // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013, №3. С. 8...12.
3. *Иванов О.М., Иванова С.Ю.* Оценка максимального заряда ворса в технологии электрофлокирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 2. С. 11...13.
4. *Иванов О.М., Бабина Н.А.* Влияние ориентации ворса на динамику роста поверхностной плотности ворсового покрова в технологии электрофлокирования // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2014, №2. С. 77...80.
5. *Иванов О.М., Бабина Н.А., Иванова С.Ю.* Процесс формирования ворсового покрова в технологии электрофлокирования // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2014, №2. С.64...67.
6. *Иванов О.М., Безносова В.В.* Анализ процесса электрофлокирования с использованием новых технологических параметров // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2015, №3. С.66...69.

1. *Ivanov O.M.* Teoreticheskie aspekty tekhnologii elektroflokirovaniya. – SPb., SPGUTD, 2004.
2. *Ivanov O.M., Babina N.A., Beznosova V.V.* Raschet zaryada vorsa v tekhnologii elektroflokirovaniya pri nelineynom raspredelenii plotnosti zaryada // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2013, №3. S. 8...12.
3. *Ivanov O.M., Ivanova S.Yu.* Otsenka maksimal'nogo zaryada vorsa v tekhnologii elektroflokirovaniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, № 2. S. 11...13.
4. *Ivanov O.M., Babina N.A.* Vliyanie orientatsii vorsa na dinamiku rosta poverkhnostnoy plotnosti vorsovogo pokrova v tekhnologii elektroflokirovaniya // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2014, №2. S. 77...80.
5. *Ivanov O.M., Babina N.A., Ivanova S.Yu.* Protsess formirovaniya vorsovogo pokrova v tekhnologii elektroflokirovaniya // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2014, №2. S. 64...67.
6. *Ivanov O.M., Beznosova V.V.* Analiz protsessa elektroflokirovaniya s ispol'zovaniem novykh tekhnologicheskikh parametrov // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2015, №3. S. 66...69.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 09.04.21.

УДК 687.03:536]:685.34.073.32
DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_50

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕЛЕК ЗИМНЕЙ ОБУВИ

RESEARCH OF HEAT CONDUCTIVITY OF MATERIALS FOR MANUFACTURE OF WINTER SHOES INSOLES

М.В. РОДИЧЕВА, Ю.С. ШУСТОВ, А.В. АБРАМОВ, А.Д. ФИЛИППОВ

M.V. RODICHEVA, YU.S. SHUSTOV, A.V. ABRAMOV, A.D. FILIPPOV

(Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева,
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Orel State University named after I.S. Turgenev,
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: Ant-lin88@mail.ru

Предложен оригинальный метод оценки теплопроводности нетканых материалов для изготовления стелек зимней обуви. Получены зависимости теплопроводности от температуры материала при различных условиях окружающей среды. Составлены диаграммы, которые характеризуют ком-

плексный теплообмен в системе "элемент тела – образец – окружающая среда" при различных условиях эксплуатации.

An original method for assessing the thermal conductivity of materials for the manufacture of insoles of winter shoes is proposed. The dependences of thermal conductivity on the temperature of the material under various environmental conditions are obtained. Diagrams have been compiled that characterize the complex heat and mass transfer in the system "body element - sample - environment" under various operating conditions.

Ключевые слова: теплопроводность нетканых материалов, различные условия окружающей среды, теплообмен, система "элемент тела – образец – окружающая среда".

Keywords: thermal conductivity of nonwovens, various environmental conditions, heat and mass transfer, the system "body element - sample - environment".

Для повышения эксплуатационной эффективности обуви пакет материалов может быть сформирован с использованием результатов компьютерного моделирования теплообмена в системе "стопа – обувь – окружающая среда" [1], [2]. По результатам моделирования составляется прогноз динамики микроклимата внутриобувного пространства и теплового состояния стопы. В основу численных моделей положены классические уравнения теории теплообмена и данные о теплофизических свойствах материалов, в первую очередь, зависимости теплопроводности от

температуры полотна ($\lambda=f(t_{\text{мат}})$) [1].

Для решения поставленной задачи использовали разработанный экспериментальный комплекс (рис.1, где I – область, устанавливающая заданную температуру тела; II– цилиндрическая стенка устройства; III – пакет материала; IV – воздух вблизи устройства), в котором предусмотрена тепловая модель элемента тела человека, имеющая температуру поверхности тела $t_{\text{эм}}=35\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3...5]. Поддержание температуры внутреннего объема установки обеспечивается электронагревателем за счет подачи теплового потока ($q_{\text{ТЭН}}$).

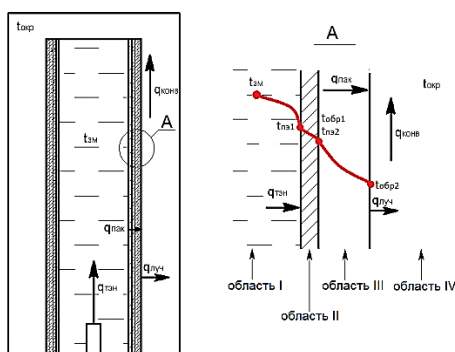


Рис. 1

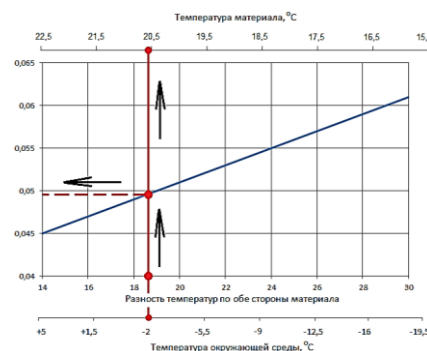


Рис. 2

В процессе эксперимента при температуре окружающей среды $t_{\text{окр}}$ исследуется величина $q_{\text{ТЭН}}$, а также перепад температур по обе стороны образца ($\text{где } t_{\text{о}}=t_{\text{обр1}}-t_{\text{обр2}}$), размещенного на модели элемента тела. На основе этих величин рассчитывается величина λ :

$$\lambda = \frac{q_{\text{ТЭН}} h_{\text{обр}}}{(t_{\text{обр1}} - t_{\text{обр2}})}, \quad (1)$$

где $h_{\text{обр}}$ – толщина исследуемого образца, м.

Для проведения исследования были выбраны различные образцы нетканых материалов, используемые в качестве стелек,

отличающиеся между собой составом и поверхностной плотностью рассматриваемых материалов (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Вид материала	Волокнистый состав	h, мм	Поверхностная плотность, г/м ²
1	Полотно термоскрепленное	П/Э бикомпонентное волокно – 20%; шерсть овечья – 80%	4,8	886
2			5,9	1004
3			6,0	1149
4	Войлок иглопробивной	П/Э Бикомпонентное волокно – 10%; волокно регенерированное (шерсть, акрил, Х/Б)- 50%; лен № 2 короткие волокна – 25%; П/Э волокно регенерированное – 15%	2,53	345
5			4,1	819
6	Войлок иглопробивной	П/Э Бикомпонентное волокно– 25%; волокно регенерированное (шерсть, акрил, Х/Б)- 35%; лен № 2 короткие волокна – 25%; П/Э волокно регенерированное – 15%	4,11	1052

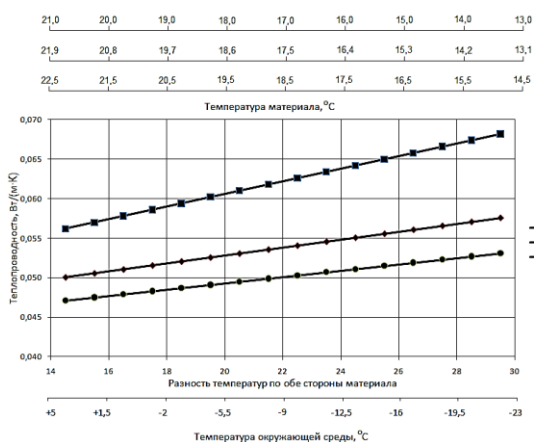


Рис. 3

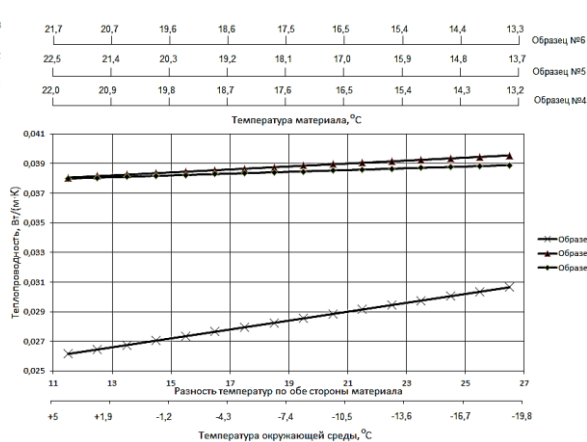


Рис. 4

Результаты исследования представляются в виде диаграммы (рис. 2), которая характеризует комплексный теплообмен в образце, для чего на ее поле нанесена линия теплопроводности, а также ряд температурных шкал. Из точки на шкале $t_{окр}$ проводится вертикальная линия (например, $t_{окр}=-2^{\circ}\text{C}$), в точках ее пересечения с элементами диаграммы видно, что ожидаемая температура материала $t_{мат}=20,5^{\circ}\text{C}$, разность температур по обе стороны образца $\text{grad } t_0=18,8^{\circ}\text{C}$, а величина $\lambda_{мат}=0,049 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Группу материалов №1 составляют термоскрепленные полотна из шерстяных волокон (образцы №1...3). При схожем волокнистом составе различия между значениями λ (рис. 3) определяются толщиной (h, мм) и поверхностной плотностью (A, г/м²)

образца. При увеличении h образец создает дополнительное тепловое сопротивление потоку тепла, что способствует снижению λ . Величина h_1 ниже h_2 и h_3 на 20%, а величина λ_1 меньше λ_2, λ_3 на 18 и 20% соответственно. При увеличении A, г/м², снижается объем воздуха, иммобилизованного в структуре образца, что вызывает рост λ , однако по этому показателю образцы группы материалов №1 различаются незначительно. В диапазоне $t_{окр}=-23...+5^{\circ}\text{C}$ при $t_{м} = 35^{\circ}\text{C}$ температура материалов группы №1 – $t_{мат}=13...22,5^{\circ}\text{C}$. Наиболее высокие значения наблюдаются для образца №1. Величина $\text{grad } t_0$ материалов группы №1 составляла 14...30 $^{\circ}\text{C}$. По мере снижения $t_{окр}$ значение этого показателя возрастало.

Группу материалов №2 составляют иглопробивные войлоки (образцы 4...6).

Наибольшие различия между этими образцами заключаются в поверхностной плотности. Значение A_4 на 58% и 67% ниже, чем A_5 и A_6 . Значение λ_4 при одинаковых условиях на 23...32 % ниже чем λ_5 и λ_6 (рис. 4) Величины $t_{\text{мат}}$ образцов этой группы сопоставимы с предыдущей. Более низкие значения $\text{grad } t_0$ материалов этой группы связаны с волокнистым составом.

ВЫВОДЫ

1. Пакет материалов обуви может быть сформирован на основе компьютерного моделирования теплообмена в системе "стопа – обувь – окружающая среда". При этом для каждого материала необходимо иметь зависимость $\lambda=f(t_{\text{мат}})$.

2. Различия в теплопроводности термоскрепленных полотен из шерстяных волокон определяются толщиной образца. Величина h_1 ниже h_2 и h_3 на 20%, в результате величина λ_1 меньше λ_2 , λ_3 на 18 и 20% соответственно.

3. Различия в теплопроводности иглопробивных войлоков (группа 2) определяются поверхностной плотностью и волокнистым составом. При различиях в величине A между образцами в 58% и 67% значения λ различаются на 23...32 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Puzkarz A. The Study of Footwear Thermal Insulation Using Thermography and the Finite Volume Method // International Journal of Thermophysics. – 2019. P. 40...45.

2. Xiong S., Zhao J., Jiang Z., Dong M. A computer-aided design system for foot-feature-based shoe last customization // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – V. 46, 2010. P. 11...19.

3. Родичева М.В., Шустов Ю.С., Абрамов А.В., Ветрова Т.Н. Экспериментальный комплекс для оценки эксплуатационной эффективности пакетов материалов современной теплозащитной одежды // Технология и дизайн. – 2019, №70. С. 65...71.

4. ГОСТ Р ИСО 17705–2016. Обувь. Методы испытаний верха, подкладки и вкладных стелек. Теплоизоляция. – 2016.

5. Прохоров В.Т. и др. Особенности защиты человека от воздействия низких температур / Под общ. ред. проф. В.Т. Прохорова. – Шахты: Изд-во ГОУ ВПО "ЮРГУЭС", 2007.

REFERENCES

1. Puzkarz A. The Study of Footwear Thermal Insulation Using Thermography and the Finite Volume Method // International Journal of Thermophysics. – 2019. P. 40...45.

2. Xiong S., Zhao J., Jiang Z., Dong M. A computer-aided design system for foot-feature-based shoe last customization // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – V. 46, 2010. P. 11...19.

3. Rodicheva M.V., Shustov Yu.S., Abramov A.V., Vetrova T.N. Eksperimental'nyy kompleks dlya otsenki ekspluatatsionnoy effektivnosti paketov materialov sovremennoy teplozashchitnoy odezhdy // Tekhnologiya i dizayn. – 2019, №70. S. 65...71.

4. GOST R ISO 17705–2016. Obuv'. Metody ispytaniy verkha, podkladki i vkladnykh stelek. Teploizolyatsiya. – 2016.

5. Prokhorov V.T. i dr. Osobennosti zashchity cheloveka ot vozdeystviya nizkikh temperatur / Pod obshch. red. prof. V.T. Prokhorova. – Shakhty: Izd-vo GOU VPO "YuRGUES", 2007.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 18.03.21.

**ЗАДАЧИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОМОДИФИЦИРОВАНИЯ
ОТХОДОВ ЛЬНОПЕРЕРАБОТКИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВЫХ ДОБАВОК***

**OBJECTIVES AND EFFICIENCY OF BIOMODIFICATION
OF FLAX PROCESSING WASTE
FOR PRODUCTION OF FEED ADDITIVES**

С.А. КОКШАРОВ, С.В. АЛЕЕВА, О.В. ЛЕПИЛОВА, А.Ю. МАТРОХИН

S.A. KOKSHAROV, S.V. ALEEVA, O.V. LEPILOVA, A.YU. MATROKHIN

(Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново,
Ивановский государственный политехнический университет)

(G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo,
Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: sva@isc-ras.ru

Сопоставлены характеристики фракционного и полимерного состава образцов костры, пакли и вытряски нескольких льноперерабатывающих предприятий, а также химическое строение пектиновых веществ. В динамике воздействия полиферментной целлюлазной композиции прослежены взаимодополняющие эффекты развития поровой системы субстратов и проявления хемосорбционной активности полиуронидов с целью повышения белковосвязывающей способности фитопрепаратов в составе кормовых смесей для жвачных животных.

The fractional and polymer composition of flax shive, tow and flax waste obtained from several flax processing manufactures and also the chemical structure of pectin substances were compared. The mutually added effects of improving the pore system of substrates and the chemisorption activity of polyuronides were investigated in the dynamics of the interaction by polyenzyme cellulase composition in order to increase the protein binding capacity of phytopreparations in feed mixtures for ruminants.

Ключевые слова: побочные продукты льнопереработки, фракционный и полимерный состав, биомодификация, пектины, белковосвязывающая способность.

Keywords: by-products of flax processing, fractional and polymer composition, biomodification, pectins, protein binding capacity.

Настоящая работа выполнена в соответствии с приоритетами Комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации до 2020 года [1] и продол-

жает комплекс исследований по обоснованию прорывных методов глубокой переработки льняного сырья с использованием ферментативного модифицирования, кото-

* Работа выполнена в рамках инновационного проекта по программе СТАРТ Фонда содействия инновациям (контракт 2662ГС2/24365 от 03.09.2018 г.) с использованием приборной базы ЦКП «Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований».

рые реализованы в цикле усовершенствованных процессов текстильного производства [2...7], а также при создании востребованной наукоемкой продукции на основе льняных отходов, в частности, биополимерных композитов, сорбентов и фильтрационных материалов [8...10]. Перспективной сферой применения вторичных ресурсов льнопереработки является производство сельскохозяйственных кормовых добавок, функционализация которых могла бы способствовать преодолению трудностей в обеспечении эффективного протеинового питания жвачных животных [11...13] за счет сорбционного связывания кормового белка и его защиты от преждевременного расщепления [14].

С целью освоения разработки на предприятии ООО "Белпротект" (г. Владимир) проведен системный анализ входных характеристик нескольких разновидностей вторичного льняного сырья: костра, пакля и вытряска. Исследованы льняные материалы нескольких отечественных производителей льняной продукции: ООО "Корона" (г. Иваново), ООО "Тверская Агропромышленная Компания" (г. Тверь), ООО "Утор-

гошский Льнозавод" (Новгородская обл.), ООО "Льняная мануфактура Кузьмина" (Новосибирская обл.).

Костра является основным отходом обработки тресты на мяльно-трепальных агрегатах и преимущественно содержит расплющенные обломки древесной части стебля. Пакля – это отходы трепания в виде непрядогого волокна. Вытряской называются отходы с чесально-трясильных аппаратов, в которых доминирует смесь коротких волокон и пуха. Все виды льняного сырья представляют собой трехкомпонентную смесь волокнистых и древесных элементов, а также дисперсной фазы остатков паренхимных тканей льняного стебля – "пектиновая пыль".

В табл. 1 представлены данные о фракционном и полимерном составе льноматериалов. Со статистической точностью в расчет технологического процесса можно закладывать соотношение содержания древесной и волокнистой фракций в костре - 5,5 : 1; в вытряске - 1 : 4; в пакле 1 : 1,6. Содержание "пектиновой пыли" для всех видов сырья составляет 5...6 мас.%.

Т а б л и ц а 1

Субстрат	Фракция	Массовая доля, %	Содержание полимеров, мас.%				Содержание пектинов	
			целлюлоза	гликаны	пектин	лигнин	общее, мас.%	удельное, %
Костра	древесная	76 ± 1	50,4 ± 0,2	10,8 ± 0,4	5,5 ± 0,1	33,4 ± 0,4	6,7 ± 0,1	65 ± 2
	волокнистая	18 ± 2	52,6 ± 0,8	35,9 ± 0,9	4,6 ± 0,1	7,0 ± 0,2		12,5 ± 1,5
	дисперсная	4,5 ± 0,5	7,3 ± 0,3	63,0 ± 1,0	29 ± 1,0	0,5 ± 0,5		23,5 ± 2,5
Пакля	древесная	36 ± 1	49,6 ± 0,4	9,9 ± 0,6	6,8 ± 0,4	33,7 ± 0,3	6,4 ± 0,2	36 ± 1,5
	волокнистая	58 ± 2	53,2 ± 1,3	37,3 ± 1,3	4,2 ± 0,1	5,3 ± 0,3		36 ± 1,0
	дисперсная	5,5 ± 0,5	8 ± 0,5	59,0 ± 1,5	32 ± 1,5	0,5 ± 0,5		28 ± 1,0
Вытряска	древесная	14 ± 1	49,9 ± 0,7	12,2 ± 0,4	6,4 ± 0,3	32,1 ± 0,8	5,3 ± 0,2	16,5 ± 1,5
	волокнистая	79 ± 1	65,0 ± 1,6	24,0 ± 1,4	3,5 ± 0,6	8,0 ± 0,7		48,5 ± 2,5
	дисперсная	6,5 ± 0,5	5,5 ± 0,5	65,1 ± 0,9	31 ± 1,5	0		31 ± 8,0

Применительно к обеспечению защиты кормового белка все полимерные компоненты являются активными участниками сорбционного связывания протеинов. Целлюлоза и разветвленные гликаны способны обеспечивать межмолекулярное взаимодействие с протеинами фибриллярного строения по механизму физической адсорбции с образованием водородных связей. Во взаимодействии с амино- и иминогруппами белка наибольшую электроотрицательную

активность проявляют первичные ОН-группы у атома С6 пиранозного звена. Широкий набор реакционноспособных групп имеется в лигнине. Наиболее многочисленными являются первичные гидроксилы. Выраженными электрооакцепторными свойствами обладают карбонильные группы. Наиболее активной функциональной группировкой является фенольный гидроксил со свойствами сильного электронодонора. Важнейшим компонентом для сорбции бел-

ков являются пектиновые вещества, содержащиеся в основной цепи звенья галактуроновой кислоты, в которых атом С6 находится в состоянии карбоксильной группы, способной к химическому взаимодействию с функциональными группами белков.

В волокнистой фракции костры массовая доля пектина в 1,3 раза больше, чем в вытряске. Содержание гликанов также нарастает в 1,5 раза. Значения этих показателей в волокнистой фракции пакли ближе к уровню костры. Это логично, поскольку волокнистые компоненты костры и пакли выделяются на первой стадии обработки в мяльно-трепальных агрегатах, когда идет разрушение пограничного слоя между лубяными пучками и паренхимными тканями. Поэтому в волокнистые отходы попадают льняные комплексы, инкрустированные остатками тканей паренхимы. Вытряска – отходы последующей стадии чесания, и волокна несут на своей поверхности межклеточные связующие вещества лубяного пучка, причем в меньшем количестве и в ином химическом состоянии.

С учетом долевого содержания пектина в дисперсной фракции следует признать, что "пектиновая пыль" является значимым компонентом для всех разновидностей льноматериалов. Поскольку дополнительной химической подготовки "пектиновой пыли" не требуется, в качестве предварительной стадии обработки сырья можно рекомендовать операцию механического отсева дисперсной фракции с возвратом ее в биомодифицированную биомассу.

Высокое содержание пектинов в древесной фракции льноматериалов обусловлено присутствием значительного количества (более 60%) уронидных соединений, извлекаемых теплой (40°C) водой в течение 6...8 часов. Можно предполагать, что водорастворимая часть формируется в результате миграции олигомерных продуктов биодеструкции пектиновых веществ в периферийных слоях стебля в процессе многодневного лугового расстила льносоломы. Об этом свидетельствуют представленные на рис. 1 снимки поперечного среза слоя древесины льняного стебля в условиях росной мочки (а) и после сушки на льнозаводе [8] (б). В образце, взятом непосредственно с льнища и препарированном (отделение лубяной части) до испарения влаги, наблюдаем заполнение каналов ксилемы вязкой массой пектинового клея. В условиях вылеживания сырья на льнозаводах гель высыхает, образуя на стенках трахеальных элементов ксилемы пленку, которая может препятствовать эффективному воздействию модифицирующих ферментов.

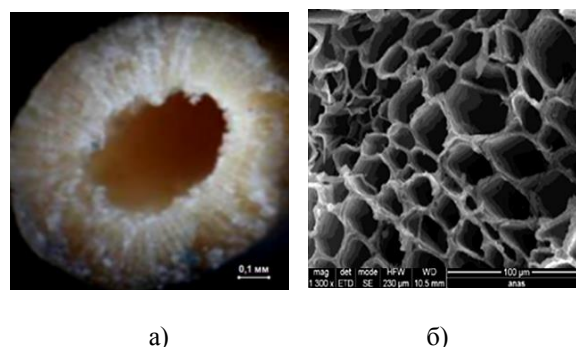


Рис. 1

Т а б л и ц а 2

Субстрат	Фракция	Долевое содержание форм галактуронатных звеньев пектинов, ед.		
		H-G	CH ₃ -ГК	Ca-ГК
Костра	древесная	0,22...0,27 (0,49...0,55)*	0,36...0,4 (0,4...0,46)*	0,35...0,38 (0,05...0,07)*
	волокнистая	0,20...0,22	0,57...0,59	0,21...0,22
	дисперсная	0,12...0,13	0,75...0,77	0,10...0,13
Пакля	древесная	0,22...0,24	0,40...0,42	0,32...0,34
	волокнистая	0,20...0,22	0,58...0,60	0,18...0,20
	дисперсная	0,11...0,13	0,74...0,76	0,12...0,14
Вытряска	древесная	0,23...0,24	0,39...0,41	0,33...0,38
	волокнистая	0,27...0,29	0,55...0,58	0,15...0,16
	дисперсная	0,16...0,17	0,71...0,75	0,12...0,13

П р и м е ч а н и е. * В скобках приведены значения для водорастворимой части пектиновых веществ.

В табл. 2 приведены результаты анализа химического строения пектинов по фракциям исследуемых льноматериалов. Долевое соотношение количества карбоксильных групп в незамещенных звеньях галактуроновой кислоты (Н-ГК), в метоксилированной (СН₃-ГК) и кальций-пектатной (Са-ГК) формах оценено по отработанной методике анализа пленок полиуронидов с применением ИК-спектроскопии [15].

В водорастворимой части пектиновых веществ древесного компонента костры содержание формы Са-ГК в 2,5...3,5 раза меньше, чем в полиуронидах пектиновой пыли, а доля незамещенных звеньев в 4...5 раз больше. Повышенное содержание звеньев Н-ГК, по-видимому, обусловлено протеканием каталитического разрыва гликозидной связи лишь на участках, содержащих цепочку незамещенных галактуронатных звеньев. Если вырезанный олигомерный фрагмент не имеет межцепных связей с кальций-пектатными звеньями других макромолекул, он приобретает диффузионную подвижность в условиях росяного увлажнения на льнище и мигрирует вместе с впитываемой влагой из периферийного слоя расщепляемой паренхимы во внутренние слои древесины.

Пектины в структуре волокнистых компонентов льняных материалов не подвергались воздействию мацерирующих ферментов на этапе лугового расстила, поскольку были защищены слоем паренхимы. Это объясняет повышенный в 2 раза уровень значений формы Н-ГК по сравнению с величиной показателя для дисперсной фракции в тех же субстратах.

где СВП – содержание структурно высвобожденного пектина (мг/г волокна); оценивается по доле пектиновых веществ, которые извлекаются раствором с определенной концентрацией щавелевой кислоты. S_{мезо} – площадь удельной поверхности мезопор (м²/г); оценивается по данным равновесной сорбции красителя метиленовый голубой (ГОСТ 13144–79).

При переходе от вытряски к костре и далее к пакле содержание формы Са-ГК в волокнистой фракции снижается. Это связано с тем, что на стадии трепания энергия механических воздействий концентрируется в лубяном пучке в первую очередь на участках с наименьшей суммарной энергией межцепных взаимодействий, то есть в зонах с наименьшей плотностью звеньев в форме Са-ГК. Такое состояние пектиновых веществ характерно для пограничной зоны между лубяным пучком и тканями паренхимы.

В интересах проекта наиболее активным является пектин волокнистого компонента льняной вытряски, поскольку содержание формы Н-ГК в 1,2...1,3 раза превышает величину показателя для волокнистой фракции отходов со стадии трепания. Пектин древесной фракции по содержанию формы Н-ГК уступает незначительно, но имеет более сшитую структуру.

Вместе с тем, необходимым условием проявления сорбционной способности пектинов является их структурное высвобождение из пространственной сетки углевод-белкового комплекса связующих веществ между фибриллами целлюлозы. Как показано ранее [9], для связывания сорбатов с крупным размером молекулы действие модифицирующих ферментов необходимо направить на развитие мезопоровых пространств для эффективного проявления механизмов физической адсорбции. В случае модифицирования ровницы чесаного льняного волокна влияние параметров пористости и доступности адсорбционных центров на уровень белковосвязывающей способности (А_Б, мг/г) описывается уравнением [16]:

$$A_B = 0,078 + 1,023 \cdot \text{СВП} + 0,265 \cdot S_{\text{мезо}}, R = 0,998, \quad (1)$$

Специфику биомодификации отходов льнопереработки исследовали с применением целлюлазной полиферментной композиции с рекомендованным [14] уровнем активности ферментов в растворе (ед./мл): эндо-1,4-β-глюканаза – 600; экзо-1,4-β-глюканаза – 1000; β-глюкозидаза – 50; эндо-1,4-β-D-ксиланаза – 500; экзо-1,4-β-D-ксилозидаза – 300. Перед биообработкой для всех

видов льняных субстратов проводился отсев дисперсной фракции "пектиновой пыли". Из льняной костры извлекали водорастворимую часть мигрирующих олигоуринов с последующим возвратом в биомодифицированный субстрат.

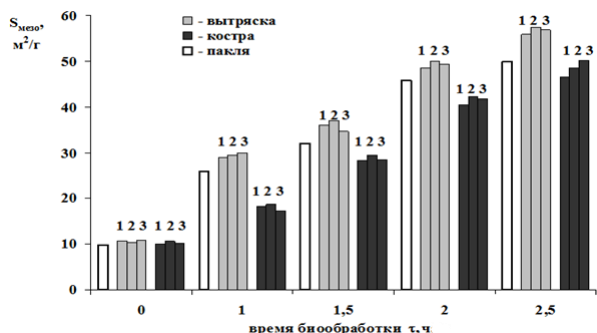


Рис. 2

На рис. 2 показано изменение удельной поверхности мезопорозовых пространств льноматериалов в результате ферментативного модифицирования. Сгруппированные столбцы 1, 2 и 3 демонстрируют результаты обработки сырья разных производителей. Как видно, при обработке костры не удается создать такую же удельную поверхность мезопор, как при модифицировании угаров. Вместе с тем, для образцов вытряски темп нарастания пористости затухает, а на костре после первоначальной задержки нарастание величины $S_{\text{мезо}}$ прогрессирующе увеличивается. Следовательно, в случае недостаточной сорбционной активности биомодифицированных препаратов костры есть возможность усиления результата за счет увеличения времени обработки.

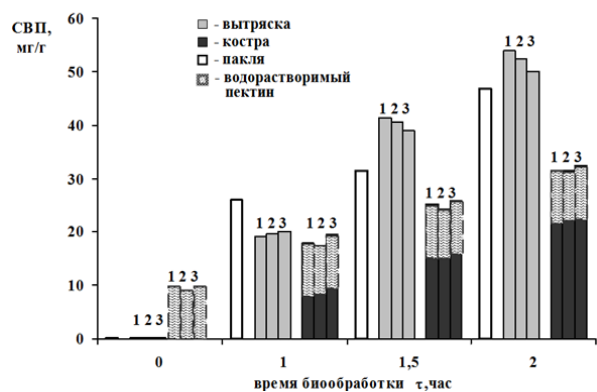


Рис. 3

На рис. 3 показана динамика структурного высвобождения пектина при биообработке льняного сырья. В исходных льноматериалах такая форма пектиновых веществ фиксируется лишь в следовых количествах. Нарастание показателя СВП в волокнистой фракции происходит намного эффективнее, чем в древесных компонентах. Низкий результат для образцов костры обусловлен двумя факторами: малым содержанием пектина после экстракции мигрирующих олигоуринов, а также высоким содержанием в его структуре формы Са-ГК, поскольку межцепные мостики сохраняют структурную связанность полиуронидов даже после биодеструкции их полимерного окружения в составе углевод-белкового комплекса связующих веществ.

Ситуация исправляется при возврате в систему предварительно извлеченной фракции водорастворимых олигоуринов. Биомодифицирование создает условия для диффузии пектинового геля в капиллярно-порозовую систему костры, а благодаря адгезионной активности олигоуринов обеспечивается их иммобилизация на внутренней поверхности порозовой системы, что делает костру вполне конкурентоспособным объектом для хемосорбционного связывания протеинов в сопоставлении с биомодифицированными угарами.

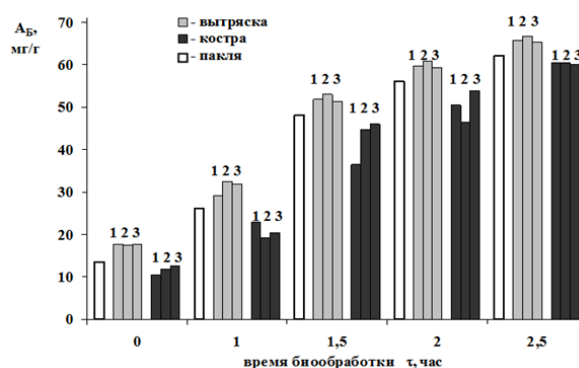


Рис. 4

На рис. 4 приведены результаты оценки белковосвязывающей способности биомодифицированных льноматериалов. В качестве модельного маркера использовали сывороточный альбумин. При проведении

совместной математической обработки экспериментальных данных, проиллюстриро-

ванных на рис. 1, 2 и 3, получена корреляционная зависимость:

$$A_B = 2,59 + 0,12 \cdot \text{СВП} + 1,15 \cdot S_{\text{мезо}}, R = 0,983. \quad (2)$$

Как видно, при включении в число объектов анализа материалов с высоким содержанием практически не набухающих частиц древесины сохраняется возможность статистической оценки значимости исследуемых факторов в совокупном результате сорбционного процесса. Заметим, что уравнение (1) описывает изменение сорбционного поведения чесаного льняного волокна с изначально развитой мезопоровой системой. В этом случае основные усилия были направлены на повышение активности полиуронидов. Описание расширенной группы объектов с использованием модели (2) выявило пути преодоления структурного несовершенства древесных частиц костры.

Зависимость (2) демонстрирует перспективность технологических шагов, которые предусматривают необходимость освобождения трахеальных каналов костры от мигрирующих пектинов, способных воспрепятствовать проникновению ферментов в макропоры древесной фракции, что обеспечивает эффективную модификацию субстрата и развитие внутренней сорбирующей поверхности. Это проявляется в возрастании значимости множителя при показателе $S_{\text{мезо}}$ по сравнению с уравнением (1). Использование активных форм полиуронидных соединений в составе возвращаемых фракций "пектиновой пыли" и мигрирующих пектинов обуславливает снижение зависимости результата от обеспеченности системы хемосорбционными центрами, что проявляется в снижении величины причленного множителя при показателе СВП. Полученное значение коэффициента корреляции для уравнения (2) характеризует высокий уровень точности статистического ожидания от изменившегося взаимного влияния факторов в достижении целевого результата.

В Ы В О Д Ы

Таким образом, выявленная специфика развития поровой системы исследуемых льноматериалов и повышения доступности пектиновых веществ для адсорбционных взаимодействий с белковыми соединениями позволяет вносить обоснованные корректировки в технологический режим биохимического модифицирования отходов льнопереработки в виде костры, пакли или вытряски для получения по патенту RU 2666769 кормового средства, способствующего оптимизации протеинового питания жвачных животных.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. <http://innovation.gov.ru/sites/default/files/documents/2014/11052/2553.pdf>.
2. *Алеева С.В., Кокшаров С.А.* Химия и технология биокатализируемого наноконструирования льняных текстильных материалов // Российский химический журнал. – 2011. Т. 54, № 6. С. 46...58.
3. Патент RU 2366770. Способ ферментативно-пероксидной подготовки льняной ровницы к прядению / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева, Г.В. Чистякова и др. // БИ № 25. Оpubл. 10.09.2009.
4. Патент RU 2366771. Способ ферментативно-пероксидной подготовки к прядению высоколигнифицированной льняной ровницы / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева, О.В. Лепилова // БИ № 25. Оpubл. 10.09.2009.
5. Патент RU 2366769. Совмещенный способ подготовки к прядению и крашения льняного волокна / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева, О.В. Лепилова и др. // БИ № 25. Оpubл. 10.09.2009.
6. Патент RU 2372430. Способ ферментативно-пероксидного беления льносодержащих тканей / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева, О.А. Забыаева // БИ № 31. Оpubл. 10.11.2009.
7. Патент RU 2372429. Ферментативный способ заключительной умягчающей отделки льняных тканей / С.А. Кокшаров, С.В. Алеева // БИ № 31. Оpubл. 10.11.2009.
8. *Алеева С.В., Лепилова О.В., Кокшаров С.А.* Биохимические методы развития удельной поверх-

ности льняных материалов для получения сорбентов и демпфирующих материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 4. С.89...95.

9. Koksharov S.A., Aleeva S.V., Lepilova O.V. Bio-modification of flax fibrous materials for increase of sorption to organic compounds // International Journal of Chemical Engineering. – 2019, ID 4137593. P. 1...11.

10. Лепилова О.В., Алеева С.В., Кокишаров С.А. Роль пектиновых веществ в структурной организации гибридного сорбента льноволокно-монтмориллонит // Журнал прикладной химии. – 2018. Т. 91, №1. С. 98...103.

11. Харитонов Е.Л. Физиология и биохимия питания молочных коров. – Обнинск: Обнинск-Пресс, 2011.

12. Nutrient Requirements of Dairy Cattle / National Research Council // National Academy Press. Washington, D. C. 2001. P. 105-131. DOI: <https://doi.org/10.17226/9825>.

13. Грудина Н.В., Грудин Н.С., Быданова В.В. Кормовые добавки на основе полимеров // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015, № 6. С. 47...49.

14. Патент RU 2666769. Способ получения кормового средства из растительного сырья с высоким содержанием одревесневшей клетчатки / Н.Е. Петухова, Р.В. Петухов, С.А. Кокшаров и др. // БИ № 26. Оpubl. 12.09.2018.

15. Алеева С.В., Чистякова Г.В., Кокишаров С.А. Спектроскопический анализ степени метоксилирования полиуронидных соединений льняного волокна // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2009. Т. 52, № 10. С. 119...122.

16. Алеева С.В., Лепилова О.В., Кокишаров С.А. Технологические подходы к биомодификации структуры льняного волокна для получения сорбционных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С.319...324.

REFERENCES

1. <http://innovation.gov.ru/sites/default/files/documents/2014/11052/2553.pdf>.

2. Aleeva S.V., Koksharov S.A. Khimiya i tekhnologiya biokataliziruемого nanokonstruirovaniya l'nyanykh tekstil'nykh materialov // Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal. – 2011. Т. 54, № 6. С. 46...58.

3. Patent RU 2366770. Sposob fermentativno-peroksidnoy podgotovki l'nyanoy rovnitsy k pryadeniyu / S.A. Koksharov, S.V. Aleeva, G.V. Chistyakova i dr. // BI № 25. Opubl. 10.09.2009.

4. Patent RU 2366771. Sposob fermentativno-peroksidnoy podgotovki k pryadeniyu vysokolig-nifitsirovannoy l'nyanoy rovnitsy / S.A. Koksharov, S.V. Aleeva, O.V. Lepilova // BI № 25. Opubl. 10.09.2009.

5. Patent RU 2366769. Sovmeshchennyi sposob podgotovki k pryadeniyu i krasheniya l'nyanogo volokna / S.A. Koksharov, S.V. Aleeva, O.V. Lepilova i dr. // BI № 25. Opubl. 10.09.2009.

6. Patent RU 2372430. Sposob fermentativno-peroksidnogo beleniya l'nosoderzhashchikh tkaney / S.A. Koksharov, S.V. Aleeva, O.A. Zabyvaeva // BI № 31. Opubl. 10.11.2009.

7. Patent RU 2372429. Fermentativnyy sposob zaklyuchitel'noy umyagchayushchey otdelki l'nyanykh tkaney / S.A. Koksharov, S.V. Aleeva // BI № 31. Opubl. 10.11.2009.

8. Aleeva S.V., Lepilova O.V., Koksharov S.A. Biokhimicheskie metody razvitiya udel'noy poverkhnosti l'nyanykh materialov dlya polucheniya sorbentov i dempfiruyushchikh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 4. С.89...95.

9. Koksharov S.A., Aleeva S.V., Lepilova O.V. Bio-modification of flax fibrous materials for increase of sorption to organic compounds // International Journal of Chemical Engineering. – 2019, ID 4137593. P. 1...11.

10. Lepilova O.V., Aleeva S.V., Koksharov S.A. Rol' pektinovykh veshchestv v strukturnoy organizatsii gibridnogo sorbenta l'novolokno-montmorillonit // Zhurnal prikladnoy khimii. – 2018. Т. 91, №1. С. 98...103.

11. Kharitonov E.L. Fiziologiya i biokhimiya pitaniya molochnykh korov. – Obninsk: Obninsk-Press, 2011.

12. Nutrient Requirements of Dairy Cattle / National Research Council // National Academy Press. Washington, D. C. 2001. R. 105-131. DOI: <https://doi.org/10.17226/9825>.

13. Grudina N.V., Grudin N.S., Bydanova V.V. Kormovye dobavki na osnove polimerov // Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. – 2015, № 6. С. 47...49.

14. Patent RU 2666769. Sposob polucheniya kormovogo sredstva iz rastitel'nogo syr'ya s vysokim soderzhaniem odrevesnevshy kletchatki / N.E. Petukhova, R.V. Petukhov, S.A. Koksharov i dr. // BI № 26. Opubl. 12.09.2018.

15. Aleeva S.V., Chistyakova G.V., Koksharov S.A. Spektroskopicheskiy analiz stepeni metoksi-lirovaniya poliuronidnykh soedineniy l'nyanogo volokna // Izv. vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. – 2009. Т. 52, № 10. С. 119...122.

16. Aleeva S.V., Lepilova O.V., Koksharov S.A. Tekhnologicheskie podkhody k biomodifikatsii struktury l'nyanogo volokna dlya polucheniya sorbtionnykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 1. С.319...324.

Рекомендована Ученым советом ИХР им. Г.А. Крестова РАН. Поступила 10.08.20.

УДК 633.521:667.1.021
DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_61

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ
ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОТРЕСТЫ СОРТОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ИНОСТРАННОЙ СЕЛЕКЦИИ
ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF RESULTS
OF PROCESSING OF FLAX VARIETIES OF LONG-TERM FLAX
OF DOMESTIC AND FOREIGN SELECTION
BY MAIN ECONOMIC AND VALUABLE CHARACTERISTICS**

Т.А. КУДРЯШОВА, Т.А. ВИНОГРАДОВА, Н.Н. КОЗЬЯКОВА

T.A. KUDRYASHOVA, T.A. VINOGRADOVA, N.N. KOZYAKOVA

(Федеральный научный центр лубяных культур)

(Federal Research Center for Bast Fiber Crops (CBFC))

E-mail: vniil.sekretar@mail.ru

Впервые представлена сравнительная характеристика сортов льна-долгунца отечественной и иностранной селекции, возделываемых на территории России, по основным признакам технологической ценности льносырья: общему выходу и выходу длинного волокна, полученному из льнотресты различного качества в производственных условиях. Установлено, что различия между средними значениями признаков групп сортов статистически незначимы. Однако рейтинговая оценка, проведенная по каждому номеру оценочной шкалы качества льнотресты определенного сорта показала, что сорта отечественного происхождения отличаются более высоким общим выходом волокна (средний индекс рейтинга 14,0 позиций – низкокачественная, 13,8 позиций – высококачественная льнотреста), чем иностранного (средний индекс 17,8 и 17,2 позиций, соответственно). По выходу длинного волокна из низкокачественной льнотресты рейтинг отечественных сортов ниже (средний индекс рейтинга 14,6 позиций), у иностранных – 12,2 позиций. Большой выход длинного волокна получен из льнотресты более высокого качества сортов отечественной селекции (средний индекс 13,9 позиций); у иностранных он составляет 18,0 позиций.

For the first time, a comparative characteristic of domestic and foreign varieties of long-legged flax cultivated on the territory of Russia is presented according to the

main characteristics of the technological value of fax raw materials: the total yield and the yield of long fiber obtained from flax seeds of different quality in production conditions. It was found that the differences between the average values of the characteristics of the groups of varieties are statistically insignificant. However, the rating assessment carried out for each number of the quality rating scale of a certain grade showed that varieties of domestic origin have a higher overall fiber yield (the average rating index of 14.0 positions - low - quality, 13.8 positions-high-quality fax) than foreign ones (the average index of 17.8 and 17.2 positions), respectively. According to the yield of long fiber from low-quality fax, the rating of domestic varieties is lower (the average rating index is 14.6 positions), while foreign varieties have 12.2 positions. The higher yield of long fiber is obtained from the fax seed of higher quality varieties of domestic selection (the average index is 13.9 positions),: in foreign it is 18.0 positions.

Ключевые слова: лен-долгунец, льнотреста, выход длинного волокна, индекс качества, сорта отечественной и иностранной селекции.

Keywords: long-stalked flax, flax stock, long fiber yield, quality index, domestic and foreign breeding varieties.

В современных условиях во многих отраслях сельского хозяйства, в том числе и в льноводстве, приобрела особую актуальность проблема импортозамещения семян иностранного происхождения отечественными семенами, не уступающими им по своим характеристикам. В настоящее время в производстве льна-долгунца находятся как сорта отечественной, так и иностранной селекции, различающиеся по многим признакам и свойствам, таким как продуктивность, качество волокна, сроки созревания, устойчивость к полеганию и другим [1].

Технологическая ценность волокнистого сырья сортов льна-долгунца обуславливается комплексом хозяйственно-ценных признаков, которые проявляются при переработке льнотресты различного качества на льноперерабатывающих предприятиях. По традиционной технологии, предусматривающей переработку льнотресты на длинное и короткое волокно, как известно, стремятся к получению большего количества волокна лучшего качества. При этом наиболее ценным продуктом считается длинное волокно [2], [3]. В связи с этим возникает необходимость в изучении поведения сортов льна-долгунца при переработке льнотресты в производственных условиях с целью выявления конкурентоспособных сортов отечественной селекции в отношении основных признаков, определяющих

качество волокнистого сырья, уровень переработки и использование сырья по назначению.

Так как объемы выработанного волокна (общий выход волокна), в том числе длинного (выход длинного волокна), являются наиболее значимыми технико-экономическими показателями деятельности предприятий по первичной переработке лубяных культур, то, в первую очередь, сравнительная характеристика сортов льна-долгунца проводилась по вышеуказанным признакам. Для анализа были взяты результаты, полученные при проведении контрольных разработок стланцевой льнотресты в соответствии со специально разработанной методической программой по установлению нормативов перевода льнотресты в волокно на льноперерабатывающих предприятиях Российской Федерации [4...7]. Исследования проводились во Всероссийском научно-исследовательском институте льна (в настоящее время ОП НИИЛ ФГБНУ ФНЦ ЛК) в период с 2001 по 2019 гг. Для проведения работы в сезон заготовок в условиях льносеющих хозяйств, занимающихся производством льна-долгунца в Тверской, Смоленской, Костромской, Вологодской, Псковской областях, формировались партии льнотресты различного качества массой не менее 2 тонн каждая. Переработка льнотресты осуществля-

лась на льноперерабатывающих предприятиях тех же областей на технологическом оборудовании при оптимальных регламентированных режимах, устанавливаемых согласно Правилам технической эксплуатации льнозаводов (ПТЭЛ) в зависимости от качества льнотресты. Применялось используемое для переработки льнотресты по традиционной технологии на длинное и короткое волокно следующее оборудование: сушилка для льнотресты СКП-1-10ЛУ, сушилка для короткого волокна СКП-1-10КУ, мяльная машина М-ПОЛ-2, трепальная машина Т1Л, куделеприготовительный агрегат КЛАЛ, машина для обработки недоработки ТЛ-4-2. В соответствии с методической программой по существующей нормативной документации определялись значения таких показателей, как засоренность льнотресты, влажность льнотресты до сушки и после сушки, влажность длинного и короткого волокна, качество льнотресты и полученных из нее при переработке продуктов.



Рис. 1



Рис. 3

Для сравнительного анализа были взяты результаты разработок более 500 партий льнотресты различных номеров по всей оценочной шкале ГОСТ 24383–89 "Треста льняная. Требования при заготовках" по общему выходу и выходу длинного волокна 18 отечественных и 12 иностранных сортов льна-долгунца.

Детальный дифференцированный анализ осуществляли по указанным признакам при разделении льнотресты на две группы по качеству: низкокачественная – номера 0,50, 0,75; высококачественная – номера 1,00, 1,25, 1,50, 1,75, 2,00, 2,50.

Результаты разработок по общему выходу и выходу длинного волокна представлены на рис. 1...4 (отечественные сорта: рис. 1 – низкокачественная льнотреста; рис. 2 – высококачественная льнотреста; иностранные сорта: рис. 3 – низкокачественная льнотреста; рис. 4 – высококачественная льнотреста). (Примечание: данные по выходу длинного волокна у сортов Тост, Альфа и Сюзанна отсутствуют).

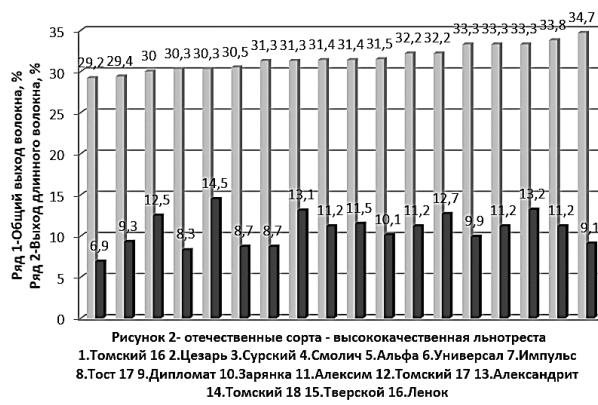


Рис. 2

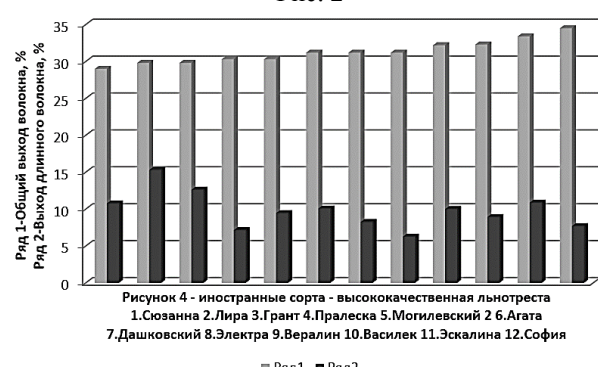


Рис. 4

Из рисунков видно, что размах варьирования значений, как общего выхода, так и

выхода длинного волокна из низкокачественной льнотресты, выше у сортов отечест-

венной селекции: 9,8% (20,8 – 30,6%); 9,7% (2,1 – 11,8%), чем у сортов иностранной селекции: 5,2% (24,4 – 29,6%); 6,2% (2,7 – 8,9%), соответственно. Диапазон изменения общего выхода волокна из высококачественной льнотресты в 5,5% одинаков для отечественных (29,2 – 34,7%) и иностранных сортов (29,0 – 34,5%). По выходу длинного волокна диапазон изменения значений 7,6% (6,9 – 14,5%) для сортов отечественного происхождения оказался несколько большим, чем иностранного (6,26 – 12,625%). При этом минимальный выход общего волокна из льнотресты номеров 0,50 – 0,75 отмечен у сорта Сурский (20,8%), максимальный (30,6%) у сорта А 93, длинного волокна по тем же позициям у сорта Дипломат (2,1%) и сорта Александрит (11,8%). Из льнотресты более высокого качества минимальный общий выход волокна зафиксирован у сорта Сюзанна (24,4%), а выход длинного волокна у

сорта Электра (6,26%) (иностранные сорта). Максимальный общий выход волокна, а также и выход длинного волокна из высококачественной льнотресты установлен у отечественных сортов А 93 (34,7% – общий выход волокна) и Альфа (14,5% – выход длинного волокна).

Анализ данных, представленных на рисунках, показал, что лучшие сорта по общему выходу волокна, по другому признаку – выходу длинного волокна – уступают свои позиции другим сортам. Аналогичная картина наблюдается и у худших сортов.

Кроме того, с помощью методов математической статистики [8] была проведена оценка существенности различий между средними значениями общего выхода волокна и выхода длинного волокна из льнотресты различного качества между группами сортов отечественной и иностранной селекции (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Наименование показателей	Низкокачественная льнотреста		Высококачественная льнотреста	
	группы сортов			
	отечественной селекции	иностранной селекции	отечественной селекции	иностранной селекции
Среднее значение общего выхода волокна, %	27,1	26,6	31,6	*5 1
Различия между средними значениями общего выхода волокна d, %	+0,5		+0,3	
Ошибка разности средних S_d	0,77		0,34	
Коэффициент Стьюдента	t_{ϕ}	0,65	0,88	
	$t_{ст}$	2,05	2,05	
Заключение о существенности различий	несущественно		несущественно	
Среднее значение выхода длинного волокна, %	5,7	5,8	10,7	9,8
Различия между средними значениями общего выхода волокна d, %	-0,1		+0,9	
Ошибка разности средних S_d	1,14		0,82	
Коэффициент Стьюдента	t_{ϕ}	0,1	1,10	
	$t_{ст}$	2,06	2,05	
Заключение о значимости различий	незначимо		незначимо	

Данные табл. 1 также свидетельствуют о том, что различия между группами сортов льна-долгунца отечественного и иностранного происхождения по изучаемым признакам при 95% вероятности незначимы. Однако следует отметить общую тенденцию

стремления к более высоким значениям как общего выхода волокна, так и выхода длинного волокна из льнотресты сортов отечественной селекции, за исключением выхода длинного волокна из низкокачественной льнотресты.

Это заключение подтверждается данными табл. 2, в которой приведена рейтинговая оценка сортов льна-долгунца отечественной и иностранной селекции по об-

щему выходу волокна и выходу длинного волокна из льнотресты по всему диапазону ее качества.

Таблица 2

Сорта	Отечественные сорта			
	низкокачественная льнотреста		высококачественная льнотреста	
	рейтинг (среднее место по всему диапазону качества льнотресты)			
	общий выход волокна, %	выход длинного волокна, %	общий выход волокна, %	выход длинного волокна, %
Алексим	12	13	13	14
Ленок	5	2	5	3
Зарянка	15	3	14	8
Тверской	4	8	6	9
Альфа	22		22	2
Томский 16	26	18	29	29
Томский 17	11	21	11	10
Томский 18	10	24	7	18
Тост	16		17	4
Лидер	3	4	3	11
Импульс	17	14	16	23
Смолич	14	19	23	25
А 93	1	11	1	21
Дипломат	29	27	15	17
Универсал	9	20	21	24
Цезарь	30	23	28	20
Сурский	20	26	8	7
Александрит	8	1	10	5
Средний индекс	14,0	14,6	13,8	13,9
	иностранные сорта			
Эскалина	6	12	4	12
Дашковский	21	17	19	26
Могилевский 2	24	15	25	19
Лира	25	22	26	1
Электра	18	25	20	30
Вералин	13	10	12	16
Сюзанна	27		30	13
София	2	7	2	27
Василек	14	5	24	22
Агата	23	9	18	15
Пралеска	28	16	9	28
Грант	7	6	27	6
Средний индекс	17,8	12,2	17,2	18,0

Рейтинговая оценка предусматривала распределение сортов по значимости признаков при сортировке по убыванию. При этом числовому значению признака, имеющему максимальное значение, присваивается позиция 1 (в данном случае занимаемое место изучаемого сорта по определенному признаку). Числовому значению признака, имеющему минимальное значение, соответственно – место, зависящее от количества сравниваемых сортов (например, 30

– для общего выхода волокна). Средний индекс рейтинга рассчитывается как среднеарифметическое место (позиция), занимаемое группой сортов отечественной и иностранной селекции по всему диапазону качества льнотресты.

Следовательно, при выборе конкретного сорта для возделывания и переработки целесообразно ориентироваться на потенциальные возможности сорта в зависимости использования волокнистого сырья для

выработки определенного продукта.

Из данных табл. 2 следует, что по общему выходу волокна из льнотресты различного качества сорта отечественной селекции превосходят сорта иностранной селекции. Средний индекс по этому признаку для отечественных сортов составляет: 14,0 – низкокачественная льнотреста, 13,8 – высококачественная льнотреста; для иностранных – 17,8 и 17,2, соответственно. По выходу длинного волокна из низкокачественной льнотресты отечественные сорта (средний индекс 14,6) уступают иностранным (средний индекс 12,2). Однако более высокий выход длинного волокна получен из высококачественной льнотресты отечественных сортов (средний индекс 13,9) по сравнению с иностранными, у которых средний индекс в этом случае равен 18,0.

ВЫВОДЫ

Таким образом, конкурентоспособность сортов льна-долгунца отечественной селекции по основным признакам технологической ценности льносырья: общему выходу и выходу длинного волокна из льнотресты различного качества подтверждена результатами контрольных разработок на производственном оборудовании льноперерабатывающих предприятий Российской Федерации.

Своевременная и достоверная информация об основных характеристиках сортов будет снижать риск дезориентации сельхозпроизводителя при выборе для возделывания и переработки наиболее выгодного в каждой конкретной ситуации сорта льна-долгунца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Селекционная работа во ВНИИЛ: результаты и направления // Мат. Межрегион. науч.- практ. конф. с междунар. участием: Льноводство: современное состояние и перспективы развития технологии в льноводстве. – Томск, 2017. С.64...69.
2. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Нормативы перевода в волокно льнотресты новых сортов льна-долгунца и эффективность их применения // Достижения науки и техники АПК. – 2015, №8. С.12...14.
3. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Технологическая ценность современных сортов льна-долгунца

Томской школы селекции // Мат. Межрегион. науч.- практ. конф. с междунар. участием: Льноводство: современное состояние и перспективы развития технологии в льноводстве. – Томск, 2017. С.70...73.

4. Большакова С.Р., Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Разработка нормативов перевода в волокно льнотресты современных сортов льна-долгунца и анализ эффективности их применения // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018, № 3 (24). С. 31...37.

5. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н., Кудряшов А.Ю. Сорта льна-долгунца отечественной и иностранной селекции: сравнительная характеристика по выходу волокна // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019, №1 (45). С. 30...35.

6. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Оценка сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по выходу волокна в производственных условиях // Вестник НГАУ. – 2019, №2 (51). С. 25...34.

7. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Технологическая ценность современных сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по выходу волокна из льнотресты // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019, №3 (28). С.34...40.

8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980.

REFERENCES

1. Pavlova L.N., Rozhmina T.A. Selektionnaya rabota vo VNIIL: rezul'taty i napravleniya // Мат. Mezhregion. nauch.- prakt. konf. s mezhduнар. uchastiem: L'novodstvo: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya tekhnologii v l'novodstve. – Tomsk, 2017. S.64...69.
2. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A. Normativy perevoda v volokno l'notresty novykh sortov l'na-dolguntsa i effektivnost' ikh primeneniya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015, №8. S.12...14.
3. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A. Tekhnologicheskaya tsennost' sovremennykh sortov l'na-dolguntsa Tomskoy shkoly seleksii // Мат. Mezhregion. nauch.- prakt. konf. s mezhduнар. uchastiem: L'novodstvo: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya tekhnologii v l'novodstve. – Tomsk, 2017. S.70...73.
4. Bol'shakova S.R., Kudryashova T.A., Vinogradova T.A., Koz'yakova N.N. Razrabotka normativov perevoda v volokno l'notresty sovremennykh sortov l'na-dolguntsa i analiz effektivnosti ikh primeneniya // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya. – 2018, № 3 (24). S. 31...37.
5. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A., Koz'yakova N.N., Kudryashov A.Yu. Sorta l'na-dolguntsa otechestvennoy i inostrannoy seleksii: sravnitel'naya kharakteristika po vykhodu volokna // Vestnik APK Verkhnevolzh'ya. – 2019, №1 (45). S. 30...35.
6. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A., Koz'yakova N.N. Otsenka sortov l'na-dolguntsa

otechestvennoy i zarubezhnoy seleksii po vykhodu volokna v proizvodstvennykh usloviyakh // Vestnik NGAU. – 2019, №2 (51). S. 25...34.

7. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A., Koz'yakova N.N. Tekhnologicheskaya tsennost' sovremennykh sortov l'na-dolguntsa otechestvennoy i zarubezhnoy seleksii po vykhodu volokna iz l'notresty

// Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya. – 2019, №3 (28). S.34...40.

8. Lakin G.F. Biometriya. – M.: Vysshaya shkola, 1980.

Рекомендована заседанием лаборатории агротехнологий. Поступила 13.04.21.

УДК 677.022.2 : 519.248 : 004.942
DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_68

**СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НЕРОВНОТЫ ЛЕНТЫ
ПО КОМПОНЕНТНОМУ СОСТАВУ**

**SPECTRAL PROPERTIES OF SLIVER UNEVENNESS
BY COMPONENT MIXING RATIO**

П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, Т.А. САМОЙЛОВА

P.A. SEVOSTYANOV, T.A. SAMOILOVA

(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

Методом статистического моделирования исследована зависимость спектральных свойств неровноты ленты по доле компонента от неровноты линейной плотности компонентов. Установлено влияние на эту зависимость средней доли компонентов, длины волн неровноты, соотношения этих длин и фазовых смещений между волнами в компонентах, входящих в смешанную волокнистую ленту.

A statistical modeling method was used to investigate the influence of the sliver component linear density unevenness on the spectral properties of the component fraction unevenness. The influence on this dependence of the average ratio of components, the wavelength of irregularity, the ratio of these wavelengths and the phase shifts between the waves in the components included in mixed fiber tape was established.

Ключевые слова: волокнистая лента, неровнота, линейная плотность, доля компонента, спектральная плотность дисперсии.

Keywords: sliver, unevenness, linear density, proportion of component, spectral density of variance.

С каждым годом возрастают объемы выпуска текстильных изделий из смешанной пряжи. Ее получают из волокнистой ленты,

составленной из нескольких, обычно двух или трех, компонентов. Одним из основных требований к ленте при ее переработке в

технологических процессах прядения является равномерность по линейной плотности. Неровнота ленты по линейной плотности измеряется и контролируется хорошо разработанными методами и средствами [1], [2]. Не менее важной является равномерность ленты по доле компонентов, которая так же, как и линейная плотность, подвержена вариациям по длине ленты [3], [4]. Прямые измерения доли каждого компонента представляют большую проблему. Поэтому целесообразно изучить взаимосвязь между неровнотой ленты по линейной плотности и неровнотой по доле компонентов [5], [6].

Стационарную неровноту линейной плотности волокнистой ленты обычно раз-

деляют на случайную и периодическую составляющие [1], [7]:

$$g(x) = r(x) + c(x), \quad 0 \leq x \leq Lm.$$

В этой формуле $g(x)$ – стационарная случайная функция, описывающая величину линейной плотности по длине ленты; x – координата по длине ленты; Lm – длина рассматриваемого отрезка ленты; $r(x)$ и $c(x)$ – соответственно случайная и периодическая составляющие неровноты. Двухкомпонентная лента является результатом сложения, по меньшей мере, двух волокнистых потоков:

$$g(x) = g_1(x) + g_2(x) = r_1(x) + c_1(x) + r_2(x) + c_2(x), \quad 0 \leq x \leq Lm.$$

Доли первого и второго компонентов равны:

$$p_1(x) = g_1(x)/g(x),$$

$$p_2(x) = 1 - p_1(x)$$

и являются случайными функциями, нелинейно зависящими от $g_1(x)$ и $g_2(x)$. Для анализа зависимости частотного спектра неровноты по доле компонента от спектральных свойств неровноты по линейной плотности используем модельный пример.

Предположим, что случайные составляющие $r_1(x)$ и $r_2(x)$ – это белый шум с нулевым средним и одинаковыми среднеквадратическими отклонениями $CVg_1 = CVg_2 = 10\%$. Средняя линейная плотность ленты $m = 5000$ текс. Неравномерность линейной плотности каждого из компонентов содержит гармоническую составляющую с одинаковыми относительными амплитудами $a = 0,2$ и длинами волн $L_1 = 5$ м и $L_2 = 9$ м:

$$c_{1,2}(x) = m_{1,2} \left(1 + a \cos \left(2\pi x / L_{1,2} - b_{1,2} \right) \right).$$

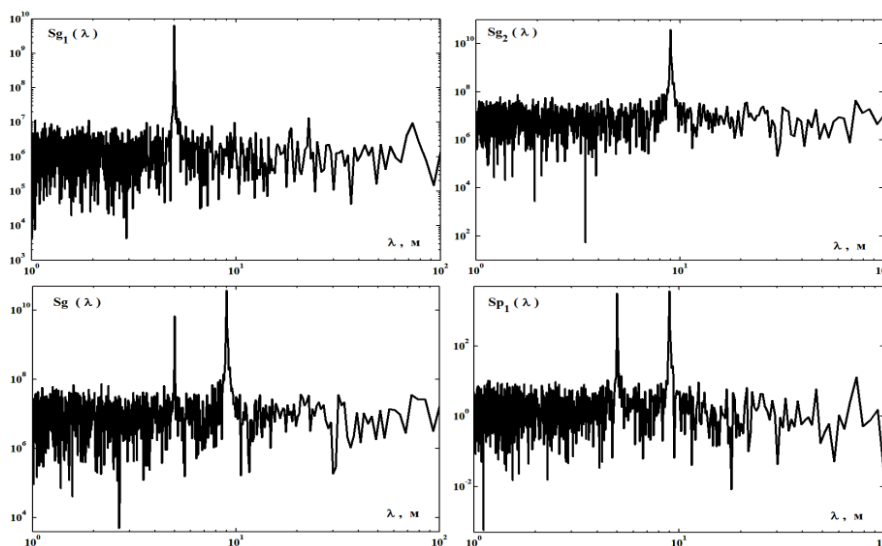


Рис. 1

В этой формуле средние линейные плотности компонентов m_1 и m_2 равны $m_1 = pm_1 \cdot m$ и $m_2 = pm_2 \cdot m$, где pm_1 и pm_2 – средние доли компонентов в ленте; b_1 и b_2 – смещения фаз гармонических колебаний линейной плотности компонентов. На рис. 1 показаны графики: спектральной плотности дисперсии (СПД) для линейной плотности первого компонента $Sg_1(\lambda)$; второго компонента $Sg_2(\lambda)$; смешанной ленты $Sg(\lambda)$ и доли первого компонента $Sp_1(\lambda)$ в зависимости от длины волны λ [1], [8], [9]. Заметим, что СПД доли второго компонента равна $Sp_1(\lambda)$, поскольку случайные функции $p_2(x) = 1 - p_1(x)$. На графиках СПД четко выделяются пики на длинах волн $L_1 = 5$ м и $L_2 = 9$ м гармонических составляющих неровности компонентов. СПД ленты является суммой СПД компонентов, и в ней наблюдаются оба пика от компонентов. Интенсивности (амплитуды) пиков больше у компонента с большей долей вклада в ленту. В СПД доли компонента $Sp_1(\lambda)$ также присутствуют оба пика на указанных длинах волн, но с меньшими амплитудами.

Приведенные оценки выполнены для всего диапазона долей компонентов от 0 до 1. Были вычислены максимальные значения СПД $Sg_{max} = \max\{Sg(\lambda)\}$ и $Sp_{max} = \max\{Sp_1(\lambda)\}$ и длины волн Lg_{Max} и Lp_{Max} , соответствующие этим максимумам. Результаты моделирования приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что максимум

СПД приходится на длину волны компонента, чья доля в ленте больше: для $pm_1 \leq 0,5$ это длина волны второго компонента $L_2 = 9$ м, а для $pm_1 > 0,5$ – длина волны первого компонента $L_1 = 5$ м.

Интенсивность максимума СПД наименьшая при равных долях компонентов и симметрично нарастает с увеличением доли любого из компонентов. Максимальный из пиков СПД доли первого (и второго) компонентов может приходиться на длину волны как первого, так и второго компонентов. При этом максимум СПД имеет наибольшее значение при равных долях компонентов и убывает до нуля с уменьшением доли любого из компонентов [6], [10]. Этот результат согласуется с формулой для дисперсии доли компонента, выраженной через коэффициенты вариации линейной плотности компонентов и средние доли компонентов:

$$Dp_1 = Dp_2 = pm_1^2 pm_2^2 (Cg_1^2 + Cg_2^2).$$

Как следует из формулы, дисперсия принимает наибольшее значение при равных долях компонентов: $pm_1 = pm_2 = 0,5$.

В табл. 1 приведены максимумы спектральной плотности дисперсии линейной плотности и доли компонента и соответствующие им длины волн в зависимости от средней доли компонента в ленте.

Таблица 1

pm_1	Lg_{max} , м	Sg_{max}	Lp_{max} , м	Sp_{max}
0	8,983	7,257 e+10	Inf	0
0,1	8,983	6,025 e+10	8,982	674,0
0,2	8,983	4,198 e+10	4,995	1877,8
0,3	8,983	3,507 e+10	4,995	3242,2
0,4	8,983	2,423 e+10	8,982	4249,2
0,5	4,995	1,781 e+10	4,995	4697,3
0,6	4,995	2,685 e+10	4,995	4458,5
0,7	4,995	3,597 e+10	4,995	3376,6
0,8	4,995	4,503 e+10	4,995	1919,4
0,9	4,995	5,680 e+10	4,995	613,9
1,0	4,995	7,100 e+10	Inf	0

Вычислительные эксперименты [11...13] на модели ленты показали, что максимумы СПД Sp_{max} могут появляться на пиковой длине волны первого или второго компонентов, в зависимости от их совпадения или несовпадения с одним из пиков СПД слу-

чайной составляющей компонента. Максимумы СПД по величине и длине волны не зависят от смещений по фазе b_1 и b_2 между гармоническими составляющими неровности компонентов. При большой разнице в длинах волн L_1 и L_2 в компонентах в СПД

доли компонента устойчиво просматривается пик только на одной длине волны.

Совершенно по-другому проявляются гармонические составляющие линейной плотности компонентов в спектре доли компонента при одинаковых длинах волн: $L = L_1 = L_2$. В этом случае принципиально важную роль играет различие в фазе колебаний линейной плотности в каждом из компонентов, поскольку при наличии гармонических колебаний с одинаковыми длинами волн возникает устойчивый эффект "резонанса" между двумя компонентами. При отсутствии смещения по фазе, то есть при $\Delta b = b_1 - b_2 = 0$, в СПД $S_{p1}(\lambda)$ вообще отсутствует явно выраженный пик, показы-

вающий присутствие гармонической составляющей в изменениях доли компонента в ленте. Наоборот, при $\Delta b \neq 0$ возникают один (при $\Delta b = \pi$, то есть когда волны в компонентах находятся в противофазе) или два (при $\Delta b \neq 0$ и $\Delta b \neq \pi$) устойчивых пика на основной длине волны L и на длине волны $L / 2$. При этом различие в амплитудах пиковых значений СПД $S_{p1}(\lambda)$ при $\lambda = L$ и $\lambda = L / 2$ отличаются примерно на два порядка как между собой, так и от общего уровня значений СПД.

В табл. 2 приведены значения первых двух максимумов S_{pmax1} и S_{pmax2} для $L = L_1 = L_2 = 8$ м при $\Delta b = \pi$ и $\pi / 2$ для разных m_1 .

Т а б л и ц а 2

m_1	$S_{pmax1}, \Delta b = \pi$	$S_{pmax2}, \Delta b = \pi$	$S_{pmax1}, \Delta b = \pi/2$	$S_{pmax2}, \Delta b = \pi/2$
0,01	586,2	6,231	288,4	3,015
0,10	4,687 е+4	324,5	2,301 е+4	190,2
0,30	2,423 е+5	348,6	1,211 е+5	761,2
0,50	3,362 е+5	---	1,693 е+5	916,2
0,70	2,412 е+5	437,0	1,209 е+5	720,0
0,90	4,671 е+4	320,1	2,305 е+4	203,8
0,99	581,7	6,116	284,1	3,047

В Ы В О Д Ы

Из представленных данных следует, что при одинаковой длине волны линейной плотности в компонентах неровнота в ленте по доле компонента может отсутствовать, если оба компонента складываются в ленте синфазно.

Если компоненты, наоборот, складываются в противофазе, то периодическая неровнота по доле компонента может достигать весьма больших амплитуд, причем величина этих амплитуд зависит от средней доли компонента. При одинаковых долях амплитуда максимальна. При неодинаковых долях компонентов ленты в неровноте по доле возникают две волны: одна имеет ту же длину, что и волна в неровноте по линейной плотности в компонентах, а другая длина волны в два раза меньше ($L = 4$ м).

При различии в фазах волн компонентов, равной четверти периода ($\Delta b = \pi/2$), при любых долях компонентов в неровноте по доле присутствуют две волны с длинами L и $L/2$. Первая волна имеет большую ам-

плитуду (интенсивность дисперсии), отличающуюся на 2 порядка от второй волны. Амплитуды обеих волн сильно зависят от средней доли компонента, достигая максимума при равных долях компонентов. Данный результат необходимо учитывать при планировании технологического процесса на лентосоединительных машинах и в других процессах, включающих соединение и перемешивание волокнистых потоков из нескольких компонентов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Севостьянов А.Г. Методы исследования неровноты продуктов прядения (Характеристики случайных функций и их применение). – М.: Ростехиздат, 1962.
2. Севостьянов А.Г. Исследование неровноты, возникающей при смешивании текстильных волокон и при вытягивании продуктов прядения: Дис...докт. техн. наук. – М., 1960.
3. Горячая И.С., Севостьянов П.А. Численные методы анализа распределения волокон в поперечных сечениях пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №1. С.130...134.

4. Громов С.С., Севостьянов П.А. Анализ динамики долевого состава двухкомпонентного волокнистого материала в процессе кардочесания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №6. С.109...112.

5. Калмыков И.В., Севостьянов П.А. Компьютерное проектирование меланжевых смесей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, №1.

6. Добринская Т.А., Севостьянов П.А. Сравнение эффективности смешивания смешивающими и дозирующими устройствами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №3, 2000. С.39...43

7. Севостьянов П.А. Методы исследования и моделирования неровноты продуктов прядения. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2019.

8. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

9. Горский Д.А., Севостьянов П.А. Оценка эффективности управления кипным питателем с верхним отбором волокна методами компьютерного моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №3. С.124...127.

10. Севостьянов П.А., Ордов К.В. Основы анализа и моделирования данных в технике и экономике. – М.: Тисо Принт, 2015.

11. Севостьянов П.А. Исследование сложения волокнистых потоков методом статистического моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1979, №5. С.40...44.

12. Севостьянов П.А., Ордов К.В., Битус Е.И., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Компьютерное моделирование длины и тонины волокон шерсти в топсе и ленте на основе данных натуральных экспериментов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №6. С.185...189.

13. Sevostyanov P.A., Lebedeva V.I., Shibaeva E.O. The Sliding Dispersion Method for Detecting Local Unevenness in Fibres // Fibre Chemistry. – V. 41, № 4, 2009. P. 271...275.

REFERENCES

1. Sevost'yanov A.G. Metody issledovaniya nerovnoty produktov pryadeniya (Kharakteristiki sluchaynykh funktsiy i ikh primeneniye). – M.: Rostekhizdat, 1962.

2. Sevost'yanov A.G. Issledovanie nerovnoty, voznykayushchey pri smeshivanii tekstil'nykh volokon i pri vytyagivaniy produktov pryadeniya: Dis...dokt. tekhn. nauk. – M., 1960.

3. Goryachaya I.S., Sevost'yanov P.A. Chislennyye metody analiza raspredeleniya volokon v poperechnykh secheniyakh pryazhi // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, №1. С.130...134.

4. Gromov S.S., Sevost'yanov P.A. Analiz dinamiki dolevogo sostava dvukhkomponentnogo voloknistogo materiala v protsesse kardochesaniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2009, №6. С.109...112.

5. Kalmykov I.V., Sevost'yanov P.A. Komp'yuternoe proektirovaniye melanzhevykh smesey // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1999, №1.

6. Dobrinskaya T.A., Sevost'yanov P.A. Sravneniye effektivnosti smeshivaniya smeshivayushchimi i doziryushchimi ustroystvami // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2000, №3, 2000. С.39...43

7. Sevost'yanov P.A. Metody issledovaniya i modelirovaniya nerovnoty produktov pryadeniya. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2019.

8. Sergienko A.B. Tsifrovaya obrabotka signa-lov. – 3-e izd. – SPb.: BKhV-Peterburg, 2011.

9. Gorskiy D.A., Sevost'yanov P.A. Otsenka effektivnosti upravleniya kipnym pitatelem s verkhnim otborom volokna metodami komp'yuternogo modelirovaniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2008, №3. S.124...127.

10. Sevost'yanov P.A., Ordov K.V. Osnovy analiza i modelirovaniya dannykh v tekhnike i ekonomike. – M.: Tiso Print, 2015.

11. Sevost'yanov P.A. Issledovanie slozheniya voloknistykh potokov metodom statisticheskogo modelirovaniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 1979, №5. S.40...44.

12. Sevost'yanov P.A., Ordov K.V., Bitus E.I., Samoylova T.A., Monakhov V.V. Komp'yuternoe modelirovaniye dliny i toniny volokon shersti v topse i lente na osnove dannykh naturnykh eksperimentov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, №6. S.185...189.

13. Sevostyanov P.A., Lebedeva V.I., Shibaeva E.O. The Sliding Dispersion Method for Detecting Local Unevenness in Fibres // Fibre Chemistry. – V. 41, № 4, 2009. P. 271...275.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем и обработки информации и управления. Поступила 10.02.21.

УДК 677.025

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_73

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАБОТКИ
АРМИРУЮЩЕГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА
КРУПНОЯЧЕЙСТОЙ СТРУКТУРЫ**

**DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE AND TECHNOLOGY
OF PRODUCTION OF REINFORCING KNITTED FABRIC
OF LARGE-CELL STRUCTURE**

О.П. ФОМИНА, Е.Б. ХАБАРОВА, В.А. ЗАВАРУЕВ

O.P. FOMINA, E.B. KHABAROVA, V.A. ZAVARUEV

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

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

E-mail: olga-fomina0804@yandex.ru, alena.khabarova@gmail.com, vlzavaruev@yandex.ru

Рассмотрен технологический процесс получения армирующего трикотажного материала путем образования внутренних горизонтальных и вертикальных петельных слоев в структуре трикотажа.

The article describes technological process of reinforcing knitted fabrics via inserting through the formation of internal horizontal and vertical stitches layers.

Ключевые слова: армирующие трикотажные материалы, структурная схема, горизонтальные и вертикальные петельные слои, перенос целого петельного слоя.

Keywords: reinforcing knitted fabrics, schematic image, horizontal and vertical stitches layers, the transfer of the whole loop layer.

Важной задачей при создании композиционных материалов является улучшение комплекса физико-механических свойств, основное из которых – сопротивление разрушению. Поэтому стоит задача по улучшению свойств композиционных материалов, повышению прочности и модуля упру-

гости, характеризующего жесткость материала, стойкости к удару и расслоению [1].

Механические свойства композита и его работоспособность зависят от прочности армирующего материала, жесткости матрицы и прочности связи на границе двух компонентов [2]. Полимерная матрица яв-

ляется главной составляющей композитов и определяет основные физико-механические свойства материала [1]. Армирующий материал задает степень и направление армирования.

Использование кулирного трикотажа в качестве объемной армирующей преформы дает возможность вывязывать детали заданной формы без подкроя и дополнительных швейных или других подготовительных операций. Трикотаж обладает высокой пористостью, растяжимостью, драпируемостью, пространственной объемной упругой структурой и формовочной способностью. Его влияние на физико-механические свойства композита обуславливают качественные характеристики трикотажа: 1) толщина трикотажного полотна, которая зависит от линейной плотности нити, 2) вид переплетения и 3) петельная структура трикотажа. Объемный кулирный трикотаж двойных переплетений можно использовать для 2,5D и 3D-армирования в трехмерном пространстве в разных направлениях [3].

При заполнении пор каркасного наполнителя полимерным связующим формируется взаимопроникающая структура материала [1]. Поэтому использование трикотажного полотна в качестве армирующего материала позволяет значительно влиять на свойства готового композита при условии выбора подходящей структуры трикотажа, отвечающей заданным требованиям проектируемого композиционного материала.

Аналогом для разработки петельной структуры армирующего трикотажного материала послужила модель конструкции строительной плоской фермы – решетки из жестких стержней, соединенных между собой в определенном порядке (рис. 1-а). Стержни, расположенные двумя параллельными линиями, называются "панели" и образуют верхний и нижний "пояс" конструкции фермы. Эти "пояса" связаны друг с другом посредством стержней, не лежащих на одной прямой и попарно соединенных с "панелями" в жестких или шарнирных "узлах". Один из этих стержней – "раскос" расположен под углом к линиям верхнего и нижнего "пояса", а другой стержень – "стойка" расположен перпен-

дикулярно к ним [4]. Данная конструкция широко применяется при строительстве мостов, арок и перекрытий крыш зданий.

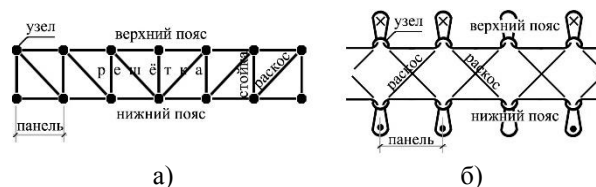


Рис. 1

Если в петельной структуре торцевого среза двойного кулирного трикотажа лицевой и изнаночный петельные слои рассматривать как верхний и нижний "пояс" конструкции плоской фермы, тогда протяжки, соединяющие остовы петель одного петельного слоя, будут представлять собой конструктивный элемент "панель", протяжки, соединяющие остовы петель соседних петельных слоев – конструктивный элемент "раскос", а сами остовы петель будут соответствовать конструктивному элементу "узел" (рис. 1-б).

В петельной структуре известных двойных кулирных переплетений отсутствует элемент, который соединял бы остовы петель, расположенных в соседних петельных слоях друг напротив друга и который соответствовал бы элементу "стойка" в конструкции плоской фермы. Отсутствие протяжек типа "стойка" и "раскос" их петельной структуре обуславливается кулирным процессом петлеобразования, при котором осуществляется последовательное образование петель из одной нити поочередно на каждой игле то одной, то другой иглы двухфонтурной трикотажной машины [5].

Реализацию конструктивных элементов фермы "панели", "стойка" и "раскос" в петельной структуре двойного кулирного трикотажа можно осуществить при использовании в процессе петлеобразования переноса петель с одного внешнего петельного слоя на другой (рис. 2 – пространственная схема последовательности и направлений формирования отдельных участков армирующего трикотажного материала). На схеме показаны лицевой I и изнаночный II петельные слои, которые

можно условно рассматривать как элементы типа "панели", внутренние горизонтальные петельные слои 1...5 – в качестве элементов типа "стойка", а внутренние вертикальные петельные слои 3, 7 представить в качестве элементов типа "раскос".

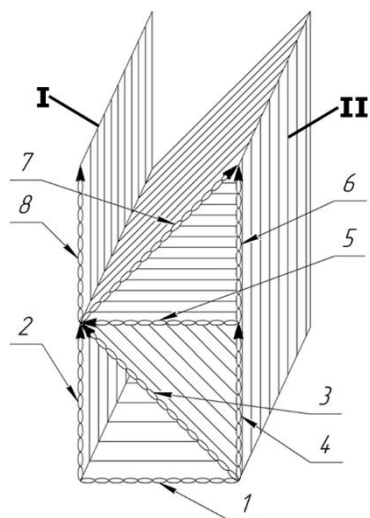


Рис. 2

На рис. 3 (графическая схема переноса наработанного участка петель валика с одного петельного слоя на другой петельный слой: а) внутренние горизонтальные петельные слои 1...5 типа "стойка"; б) внутренние вертикальные петельные слои 3, 7 типа "раскос") приведен пример графической схемы процесса вязания двойного кулирного трикотажа с внутренним горизонтальным слоем типа "стойка", в котором петельные слои образуются переплетением трубчатая гладь Г. Нароботка участка 1 в виде валика осуществляется черезигольной гладью на иглах игольницы И₁. Число рядов в валике определяется заданной толщиной армирующего трикотажа, типом механизма оттяжки и расстоянием между игольницами (величиной зева). Для вязания петель валика иглы игольницы И₁ выставляются в положение D, и осуществляется перенос провязанных петель валика на иглы игольницы И₂. При переносе последнего ряда валика на иглы соседней игольницы формируется горизонтальный участок №1 – слой типа "стойка". Затем выполняется наработка и вязание петельных рядов глади Г₁ вертикального участка №2 на иглах одной игольницы И₁.

Далее происходит наработка участка №3 в виде валика на иглах игольницы И₂. Для этого иглы игольницы И₂ выставляются в положение D, и провязывается заданное число рядов валика. После этой операции осуществляется перенос провязанных петель валика на иглы игольницы И₁. Перенос последнего ряда валика на иглы соседней игольницы формирует наклонный участок №3 типа "раскос". Затем на каждой из игл игольницы И₂ наработывается вертикальный участок №4, и выполняется вязание петельных рядов глади Г₂. Далее процесс вязания петельной структуры повторяется со сменой игольниц.

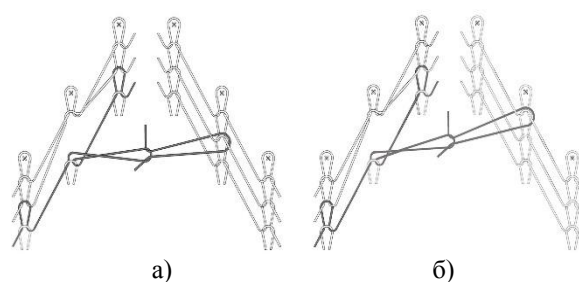


Рис. 3

В результате такого технологического процесса получается трикотаж, в петельной структуре торцевого среза которого лицевой I и изнаночный II петельные слои можно рассматривать как верхний и нижний "пояс" и "панели" конструкции плоской фермы. Тогда внутренний горизонтальный слой, проходящий в виде горизонтального валика и соединяющий остовы петель двух петельных слоев, будет представлять собой конструктивный элемент "стойка", а внутренний вертикальный слой, проходящий в виде вертикального валика и соединяющий петли соседних петельных слоев под углом, конструктивный элемент "раскос". Наличие горизонтального и вертикального петельных слоев типа "стойка" и "раскос" в структуре армирующего трикотажного материала позволит значительно увеличить его прочность и устойчивость к восприятию внешних нагрузок при эксплуатации.

Таким образом, данный двойной кулирный трикотаж содержит в своей петельной структуре все элементы строительной конструкции плоской фермы, что обеспечивает

оптимальные свойства трикотажа при его использовании в качестве армирующего материала.

Выработка опытных образцов трикотажа данной структуры показала, что его получение можно осуществить на любом виде универсального плосковязального оборудования.

ВЫВОДЫ

1. Использование структур двойного кулирного трикотажа в качестве каркасного наполнителя определяется рядом преимуществ его физико-механических свойств.

2. Соединение остовов петель соседних петельных слоев двойного кулирного трикотажа системой внутренних петельных слоев, один из которых расположен под углом, а другой перпендикулярно к этим петельным слоям, обеспечивает значительное увеличение прочности и устойчивости (жесткости) структуры трикотажа в процессе его эксплуатации.

3. Получение, при помощи валика, внутренних слоев, образовавших пространства в форме треугольников, приближают полученную трикотажную петельную структуру к идеальной форме плоской строительной фермы.

4. Разработанная технология получения трикотажного материала с улучшенными армирующими свойствами может быть реализована на любом виде универсального плосковязального оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бондалетова Л.И., Бондалетов В.Г.* Полимерные композиционные материалы. – Ч.1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. С.57, 38.

2. *Васильев В.В., Тарановский Ю.М.* Композиционные материалы. – М.: Машиностроение, 1990. С.10.

3. *Богомолов П.И., Козлов И.А., Бируля М.А.* Обзор современных технологий изготовления объемно-армирующих преформ для перспективных композиционных материалов // Научно-технический журнал "Технико-технологические проблемы сервиса". – 2017, №1 (39). С. 22...27.

4. *Дарков А.В., Шапошников Н.И.* Строительная механика. – 8-е изд. – М.: Высшая школа, 1986. С.16.

5. *Кудрявин Л.А.* Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства. – М.: РИО МГТУ, 2002.

REFERENCES

1. *Bondaletova L.I., Bondaletov V.G.* Polimernye kompozitsionnye materialy. – Ch.1. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2013. S.57, 38.

2. *Vasil'ev V.V., Taranovskiy Yu.M.* Kompozitsionnye materialy. – M.: Mashinostroenie, 1990. S.10.

3. *Bogomolov P.I., Kozlov I.A., Birulya M.A.* Obzor sovremennykh tekhnologiy izgotovleniya ob'em-no-armiruyushchikh preform dlya perspektivnykh kompozitsionnykh materialov // Nauchno-tekhnicheskij zhurnal "Tekhniko-tekhnologicheskie problemy servisa". – 2017, №1 (39). S. 22...27.

4. *Darkov A.V., Shaposhnikov N.I.* Stroitel'naya mekhanika. – 8-e izd. – M.: Vysshaya shkola, 1986. S.16.

5. *Kudryavin L.A.* Laboratornyy praktikum po tekhnologii trikotazhnogo proizvodstva. – M.: RIO MGTU, 2002.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 13.04.21.

УДК 687.394:796.325

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_77

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ БАНДАЖНОГО НАКОЛЕННИКА
СПОРТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
ПО ДОПУСКАЕМОМУ ДАВЛЕНИЮ НА ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА**

**DETERMINATION OF THE SIZES OF THE BANDAGE KNEELBOARD
OF THE SPORTS PURPOSE
BY THE ALLOWED PRESSURE ON THE BODY OF THE HUMAN**

Н.Б. МАКСУДОВ, Ф.У. НИГМАТОВА, И.Г. ШИН, А.Б. КАСИМОВА

N.B. MAKSUDOV, F.U. NIGMATOVA, I.G. SHIN, A.B. KASIMOVA

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)

E-mail: maqsudovnabijon@mail.ru; nigmatova60@mail.ru; Dimashin@mail.ru; azizakasimova@mail.ru

В статье изложены материалы по расчету размеров бандажного наколенника спортивного назначения из эластичного трикотажного полотна с учетом допускаемого давления на тело человека. На основе безмоментной теории тонкой оболочки и диаграммы растяжения текстильного материала определены обхватные размеры компрессионного наколенника.

The article presents materials on calculating the size of a sports bandage knee pad from an elastic knitted fabric, taking into account the allowable pressure on the human body. Based on the moment less theory of a thin shell and a tensile diagram of textile material, the girth sizes of a compression knee pad were calculated.

Ключевые слова: наколенник, давление, напряжение, оболочка, сила окружная, диаграмма растяжения, относительная деформация.

Keywords: compression product, knee pad, pressure, stress, shell, surrounded force, circumference, tension diagram, relative deformation.

В настоящее время компрессионные изделия широко используются в медицинских целях, так как спектр их воздействия многофункционален: улучшение кровотока за счет сжатия мускулов тела; пониженная утомляемость и быстрое восстановление

мышц вследствие уменьшения их колебаний; фиксирование и поддержка основных тканей тела человека. Перечисленные выше физиологические факторы обеспечивают повышенную работоспособность при одно-временной минимизации риска травмиро-

вания, что чрезвычайно важно в спортивной деятельности. Об этом свидетельствует детальный анализ эффективности применения компрессионной одежды в различных видах спорта, проведенный авторами работы [1]. Необходимо отметить, что компрессионная одежда оказывает комплексное влияние на физическое, физиологическое и психологическое состояние человека, что предопределяет актуальность ее использования в различных сферах жизнедеятельности.

Важным дополнением к спортивным изделиям являются различные предметы экипировки, среди которых наиболее популярны бандажные компрессионные изделия на участках коленей, голеней и локтей. Эти изделия (наколенники, налокотники), наряду с присущими компрессионной одежде физиологическими преимуществами, имеют эффективную защиту мышечного-связочного аппарата, фиксируя суставы конечностей тела человека в физиологическом положении. Основными видами травм, встречающихся в спорте, являются ушибы, повреждения связок суставов, растяжения и разрывы мышц, повреждения голеностопного и коленного суставов, пальцев кисти [2]. Спортивные наколенники, представляющие собой разнообразные по форме эластичные трубки, являются очень востребованными среди волейболистов и гандболистов. Все бандажные изделия должны обладать общими свойствами: повышенной растяжимостью и увеличенной силой сдавливания тела (компрессия). К сожалению, современные информационные ресурсы о бандажных компрессионных изделиях ограничиваются в основном сведениями рекламного характера. В научной же литературе информации о проектировании наколенников недостаточно. Поэтому вопросы рационального проектирования бандажных наколенников и конфекционирования пакета материалов имеют важное научно-практическое значение.

Давление, действующее на тело при эксплуатации компрессионных изделий, возникает под влиянием отрицательных конструктивных прибавок и важно учесть, что величина этой прибавки эквивалентна рас-

тяжению материала. В ряде работ [3...5] предпринята попытка прогнозирования давления на цилиндрическом теле путем создания определенного давления на внешнее тканевое покрытие. При этом компрессионное изделие рассматривается как текстильная оболочка [6], и возникающее давление является результатом сложной взаимосвязи между следующими разнородными факторами: конструкция и посадка одежды; структура, волокнистый состав и физико-механические свойства материалов; размер и форма части тела, несущая одежду; вид спортивной деятельности и характер движений. Несмотря на множество значимых факторов, влияющих на уровень давления, применение безмоментной теории тонкой оболочки и формулы Лапласа [1], [6] в модифицированном виде дают удовлетворительные результаты по прогнозированию давления, воспринимаемого цилиндрическим телом определенного радиуса через напряжение внешнего тканевого покрытия.

Для создания наиболее близкого к реальному условию нагружения необходимо учесть толщину материала [7], охватывающего тело цилиндрической или конической формы и тем самым создающего рассчитываемую оболочку.

С целью определения размеров компрессионного (бандажного) наколенника используем уравнение Лапласа, выраженное через меридиональное σ_m и окружное σ_t напряжения, действующие в осесимметричной оболочке толщиной h [8]:

$$\frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{p}{h}, \quad (1)$$

где ρ_m, ρ_t – соответственно радиусы кривизны меридиана срединной поверхности оболочки и нормального сечения, перпендикулярного к дуге меридиана, m ; p – сила нормального давления (Па), приложенная к элементу оболочки.

Формула (1) получена на основе безмоментной теории оболочки, когда напряжения, возникающие в оболочке постоянны по толщине из-за ее малости, поэтому изгиб оболочки отсутствует. Для оболочки в виде

тела вращения (цилиндр или конус) радиус кривизны $\rho_m = \infty$, поэтому

$$\frac{\sigma_m}{\rho_m} = 0, \quad \rho_t = r = \frac{C}{2\pi}, \quad (2)$$

где C – длина окружности оболочки в данном поперечном сечении радиусом r .

Если рассматривать толщину оболочки h как толщину текстильного материала, например, трикотажного полотна δ , и в качестве нормального давления p принять максимально допускаемое давление p , создаваемое бандажным наколенником, то формулу (1) можно привести к виду:

$$\sigma_t = \frac{[p]}{\delta} \rho_t, \quad \text{или} \quad \sigma_t = \frac{[p]}{\delta} \frac{C}{2\pi}, \quad \text{Па.} \quad (3)$$

При расчете нормальных напряжений в окружном направлении вводим ряд допущений:

1) поперечное сечение конечности тела принимается в форме круга с длиной окружности C ;

2) не учитывается продольное растяжение тканей в предмете одежды;

3) относительное удлинение образца эквивалентно отрицательной конструктивной прибавке;

4) площадь поперечного сечения элемента нагружения представляется сплошной.

Для расчета напряжений по формуле (3) в качестве допускаемого давления $[p]$ можно принять значения, полученные авторами работы [5] (табл. 1 – рекомендуемые значения допускаемого давления).

Таблица 1

№п/п	Место измерения	Давление, кПа
1	Лодыжка	2,399...3,999
2	Голень	2,346...3,333
3	Колено	1,493...2,666
4	Нижняя часть бедра	1,213...2,399

Если сравнить значения давлений (табл.1) с давлениями, положенными в основу классификации изделий по сдавливающей силе [6], имеющих специальные эластомерные нити в структуре, то эти изделия следует отнести к профилактическим ($p=1,33...3,32$ кПа) и компенсационным ($p=3,32...6,65$ кПа). К ним относятся изделия, имеющие спортивное, спортивно-медицинское и медицинское назначения.

Ведущую роль среди современных предметов экипировки играют бандажные изделия на участках коленей и голеней. На рис. 1 даны размерные характеристики для проектирования бандажного наколенника.

Конструкция наколенника не ограничивается только длиной окружности колена (рис. 1, С). Необходимо учитывать также размер нижней части бедра (длина окруж-

ности выше колена) (рис. 1, А) и длину окружности голени (рис. 1, В). В зависимости от размера изделия эти данные показаны в табл. 2 (размерные признаки бандажного наколенника).

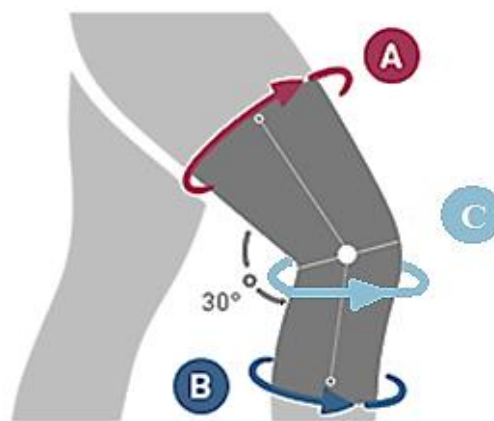


Рис. 1

Таблица 2

№ п/п	Размер изделия, см	Номер образца				
		1	2	3	4	5
1	Длина окружности выше колена (А)	38-41	41-44	44-47	47-50	50-53
2	Длина окружности колена (С)	27-30	30-33	33-36	36-39	39-42
3	Длина окружности голени (В)	28-31	31-34	34-37	37-40	40-43

При проектировании бандажного наколенника примем допускаемое давление [p] для размерных участков вблизи коленного сустава в соответствии с данными табл. 1. Создаваемая ступенчатая компрессия должна быть обеспечена конструкцией бандажного наколенника. Пониженное давление на участке "колено" объясняется тем, что давление будет возрастать в момент сгибания коленного сустава при движениях ноги с большой амплитудой. Поэтому материалы для спортивной одежды и предметов экипировки изготавливают из эластичного текстиля, обладающего комплексом необходимых свойств: упругость и эластичность, формоустойчивость, износостойкость.

Для производства наколенников следует использовать волокнистый состав текстильных материалов с минимальным содержанием хлопка в изделии. При высоких гигиенических и гигроскопических свойствах хлопок имеет низкую износостойкость и формоустойчивость, которые сильно проявляются уже на начальной стадии эксплуатации изделия, особенно после

стирки и влажно-тепловой обработки. Поэтому основную долю в волокнистом составе материалов при современном производстве бандажных наколенников составляют такие синтетические волокна, как спандекс, нейлон, лайкра, неопрен.

Спандекс (синтетический полиуретан) способен деформироваться до 500 % при растяжении [9] и свободно восстанавливаться до первоначальной формы. В сочетании с синтетическим нейлоном и полиэфиrom спандекс придает текстильному изделию такие важные свойства, как несминаемость, износостойкость, комфорт, а также воздухопроницаемость в сочетании с натуральными волокнами (хлопок, лен, шелк, шерсть). Таким образом, свойства проектируемого изделия в значительной мере зависят от сочетания видов сырья и выбора структуры текстильного материала (трикотажное полотно, ткань). В табл. 3 показаны некоторые технические характеристики компрессионного трикотажного полотна зарубежных аналогов [10] и предлагаемый экспериментальный образец.

Т а б л и ц а 3

№ п/п	Образец полотна	Название бренда	Страна - производитель	Волокнистый состав	Линейная плотность пряжи, Т, текс	Переплетение	Толщина, мм	Поверх. плотность, г/м ²
1	Образец 1	Mediven® Elegance	Medi (Германия)	Нейлон 75% Спандекс 25%	20 8	Гладь	0,48	102
2	Образец 2	Mediven® Plus	Medi (Германия)	Нейлон 72% Спандекс 28%	24 18	Гладь	0,49	206
3	Образец 3	Eurostar	Varodem® (Бельгия)	Нейлон 67% Спандекс 33%	24 15,3	Гладь	0,53	240
4	Образец 4	Euroform	Varodem® (Бельгия)	Нейлон 63% Спандекс 37%	34 27	Гладь	0,61	313
5	Экспериментальный образец			Нейлон 70% Латекс 30%	69,9 62	Гладь	1,33	461,6

Выполним расчет окружного напряжения σ_t по данным табл. 2 (для наколенника № 5) и табл. 3 для экспериментального образца по формуле (3) для разных участков

коленного сустава: (в расчетах приняты средние значения давления из заданных диапазонов):

$$\begin{aligned} \text{голень:} \quad \sigma_t &= \frac{[p]}{\delta} \frac{C}{2\pi} = \frac{2,84 \cdot 10^3 \cdot 37 \cdot 10^{-2}}{1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 3,14} = 128712 \text{ Па,} \\ \text{колено:} \quad \sigma_t &= 91697 \text{ Па,} \\ \text{нижняя часть бедра:} \quad \sigma_t &= 103972 \text{ Па.} \end{aligned}$$

По полученным значениям нормальных напряжений σ_t определим окружную силу F_t , возникающую при растяжении бандаж-

голень: $F_t = \sigma_t \delta \ell = 128712 \cdot 1,33 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-2} = 51,36 \text{ Н}$,
 колено: $F_t = 36,59 \text{ Н}$,
 нижняя часть бедра: $F_t = 41,48 \text{ Н}$.

Используя диаграмму растяжения (рис. 2 – диаграмма растяжения высокоэластичного трикотажа с волокнистым составом нейлон 70 % + латекс 30 % (по ширине образца)) компрессионного трикотажа (экспериментальный образец с волокнистым составом: нейлон 70% + латекс 30%), можно рассчитать относительную деформацию ε (%) при одноосном растяжении материала. Так, для голени и нижней части бедра относительная деформация ε находится в пределах 100% (по ширине образца), для колена $\varepsilon = 90 \%$. По величине относительной деформации ε легко определить расчетные значения длины окружностей L_p бандажного наколенника в исходном (ненагруженном) состоянии:

$$L_p = \frac{L}{1+\varepsilon}; \quad \varepsilon = \frac{L-L_p}{L_p}, \quad (4)$$

где L_p – расчетное значение длины окружности (обхвата) данного участка конечности тела; L – величина размерного признака (табл. 2).

Расчетные значения L_p соответственно для рассматриваемых участков коленного сустава составили: голень (20...21,5 см),

ного наколенника длиной $\ell = 30 \text{ см}$ и толщиной полотна $\delta = 1,33 \text{ мм}$:

колено (19,5...21 см) и нижняя часть бедра (25...26,5 см).

На рис. 3 показан расчетный контур компрессионного наколенника из трикотажного полотна (нейлон 70 % + латекс 30 %) для размера изделия № 5, составленный из различных значений диаметров d , соответствующих длинам окружностей по каждому рассматриваемому участку тела. По приведенному алгоритму можно рассчитать параметры для остальных размеров бандажного наколенника.

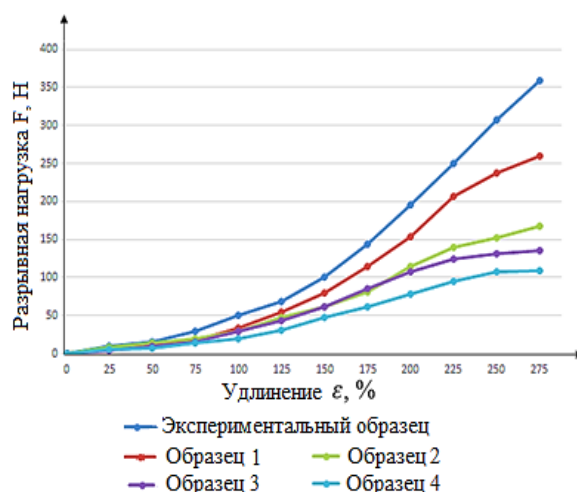


Рис. 2

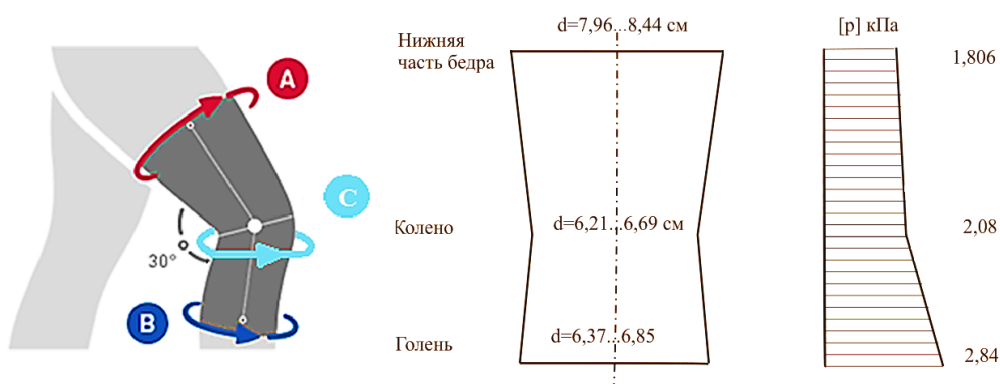


Рис. 3

ВЫВОДЫ

Разработан алгоритм расчета обхватных размеров бандажного наколенника по предельно допускаемому давлению и диаграмме осевого растяжения текстильного материала. Оценка напряженного состояния, создаваемого наколенником, осуществлена с помощью безмоментной теории тонкой оболочки с применением формулы Лапласа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тюрин И.Н., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Белгородский В.С. О влиянии компрессионных изделий спортивного назначения на состояние человека // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 6. С. 131...140.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ottobock.ru/media_local-media/for-specialists/orthotics/leaflet_a4_power_sports. (Дата обращения: 24.05.2019 г.)
3. William J., Kraemer A., Bush A. Jill, Jeffrey A., Bauer N. Influence of Compression Garmerts on Vertical Jump Performance in NCAA Division Volleyball Players // Journal of Strength and Conditioning Research. – Vol. 10, Is. 3, 1996. P. 180...183.
4. Lijing Wang, Martin Felder, Jackie Cai. Study of Properties of Medical Compression Fabrics // Journal of Fiber Bioengineering & Informatics. – Vol. 4, Is. 1, 2011. P. 15...22.
5. Troynikov O., Ashayeri E., Burton M., Subic A., Alam F., Marteau S. Factors influencing the effectiveness of compression garments used in sports // Procedia Engineering – Vol. 2, Is., 2010. P. 2823...2829.
6. Филатов В.Н. Упругие текстильные оболочки. – М.: Легпромбытиздат, 1987.
7. Алимova X.A., Шин И.Г., Набижанова Н.Н., Нигматова Ф.У. Проектирование хлопко-шелковых трикотажных изделий на основе безмоментной теории оболочки // Проблемы текстиля. – 2007, № 4. С.46...48.
8. Феодосьев В.И. Сопrotивление материалов. – М.: Наука, 1986.
9. Krapp K. How products are made: An Illustrated Guide to Product Manufacturing. Gale. – Vol. 4, 1999. P. 488...493.

10. Manshahia M, Das A. High active sportswear- A critical review J. Res // Text Apparel. –Vol. 17, Is. 3, 2013. P. 38...45.

REFERENCES

1. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G., Belgorodskiy V.S. O vliyaniy kompressionnykh izdeliy sportivnogo naznacheniya na sostoyaniye cheloveka // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 6. S. 131...140.
2. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.ottobock.ru/media_local-media/for-specialists/orthotics/leaflet_a4_power_sports. (Data obrashcheniya: 24.05.2019 g.)
3. William J., Kraemer A., Bush A. Jill, Jeffrey A., Bauer N. Influence of Compression Garmerts on Vertical Jump Performance in NCAA Division Volleyball Players // Journal of Strength and Conditioning Research. – Vol. 10, Is. 3, 1996. P. 180...183.
4. Lijing Wang, Martin Felder, Jackie Cai. Study of Properties of Medical Compression Fabrics // Journal of Fiber Bioengineering & Informatics. – Vol. 4, Is. 1, 2011. P. 15...22.
5. Troynikov O., Ashayeri E., Burton M., Subic A., Alam F., Marteau S. Factors influencing the effectiveness of compression garments used in sports // Procedia Engineering – Vol. 2, Is., 2010. P. 2823...2829.
6. Filatov V.N. Uprugie tekstil'nye obolochki. – М.: Legprombytizdat, 1987.
7. Alimova Kh.A., Shin I.G., Nabizhanova N.N., Nigmatova F.U. Proektirovaniye khlopko-shelkovykh trikotazhnykh izdeliy na osnove bezmomentnoy teorii obolochki // Problemy tekstilya. – 2007, № 4. С.46...48.
8. Feodos'ev V.I. Soprotivlenie materialov. – М.: Nauka, 1986.
9. Krapp K. How products are made: An Illustrated Guide to Product Manufacturing. Gale. – Vol. 4, 1999. P. 488...493.
10. Manshahia M, Das A. High active sportswear- A critical review J. Res // Text Apparel. –Vol. 17, Is. 3, 2013. P. 38...45.

Рекомендована кафедрой конструирования и технологии изделий легкой промышленности. Поступила 04.02.20.

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ФЛЕРИ
ПОСТРОЕНИЯ ЭЙЛЕРОВА ЦИКЛА
НА СХЕМЕ ВЫШИВКИ КРЕСТОМ**

**APPLICATION OF THE FLEURY ALGORITHM
FOR CONSTRUCTION OF THE EULER CYCLE
ON THE CROSS STITCH PATTERN**

Е.Р. БЕЛЯЕВА, А.С. КОТЮРГИНА

E.R. BELYAEVA, A.S. KOTYURGINA

(Омский государственный университет путей сообщения,
Омский государственный технический университет)

(Omsk State Transport University,
Omsk State Technical University)

E- mail: vamusya@mail.ru; vaskakot2007@yandex.ru

При вышивании крестом изнаночная сторона может быть неаккуратной. Как правило, это приводит к стягиванию и перекашиванию вышивки. Авторами решается вопрос о красивой изнаночной стороне. В вышивке крестом по цветам схема одного цвета может быть представлена в виде графа. При необходимости добавляются ребра, чтобы все степени вершин стали четными. На полученном мультиграфе строится эйлеров цикл. Это всегда возможно, поскольку выполняются необходимые и достаточные условия существования эйлерова цикла в графе (степени вершин графа должны быть четными). В результате получается вышивка, на лицевой стороне которой – аккуратные крестики, а на изнаночной – горизонтальные полосы.

When cross stitching, the wrong side may not be neat. As a rule, this leads to puckering and skewing of the embroidery. The authors decide the question of the beautiful seamy side. In cross stitch by color, a single color scheme can be represented as a graph. Edges are added as needed to make all vertex degrees even. The resulting multigraph is used to construct an Euler cycle. This is always possible, since the necessary and sufficient conditions for the existence of an Euler cycle in the graph are satisfied (the degrees of the vertices of the graph must be even). The result is an embroidery with neat crosses on the front side and horizontal stripes on the back side.

Ключевые слова: теория графов, алгоритмический подход, мультиграф, эйлеров цикл, схема вышивки крестом.

Keywords: graph theory, algorithmic approach, multigraph, Euler cycle, cross stitch pattern.

В наше время вышивка крестом не потеряла актуальности, то есть является наиболее распространенным видом народного искусства. DMS, Dimensions, Thea Gouver-

neur, Lanarte, Heritage, Penna, Dome, Золотое Руно, Риолис – вот далеко неполный список производителей наборов вышивки крестом, ниток, канвы, пялец и других ак-

сессуаров вышивки. Сейчас, кроме своего прямого назначения, схемы вышивки крестом используются в изучении и построении сетей [1], изучении преобразований цифровых изображений [2], медицине, ветеринарии [3], [4], собственно вышивке [5].

Несмотря на широкое развитие швейного оборудования, вышивальных автоматов для вышивки крестом в традиционном понимании не существует [6]. Это связано с невозможностью перехода от крестиков с верхней ниткой по одной диагонали к тем же крестикам с верхней ниткой по другой диагонали любым автоматом. При ручной вышивке это затруднение легко обойти. Как правило, крестом вышивают картины, подушки, украшают одежду, но занавески, полотенца, салфетки и другие вещи, у которых видна изнаночная сторона, стараются украсить мережкой или вышивкой гладью. Это связано с некрасивой изнаночной стороной, которая получается у большинства вышивальщиц.

Мы предлагаем простой алгоритм, с помощью которого изнаночная сторона будет выглядеть красивой при любой сложности вышивки.

Постановка задачи

Будем рассматривать вышивку по цветам, то есть ту часть общей схемы, которую вышивают одним цветом. Эта часть схемы должна удовлетворять условию связности, то есть все квадратики должны иметь хотя бы одну общую вершину. Мы хотим, чтобы на лицевой стороне были крестики, а с изнаночной – только горизонтальные полосы.

Легко видеть, что часть схемы вышивки крестом представляет собой граф, где вершины – это углы крестиков, а ребра – это сами крестики и горизонтальные отрезки, соединяющие вершины крестиков.

Задача свелась к построению эйлерова цикла на графе. Нужно найти такой цикл, который пройдет по всем ребрам так, чтобы на лицевой стороне вышивки были крестики, а на изнаночной стороне – горизонтальные отрезки.

На рис. 1 показано построение мультиграфа (а) и эйлерова цикла (б) на схеме вышивки крестом.

Поскольку эйлеров цикл существует только тогда, когда граф связный и все степени вершин четны [7], то добавим по одному (или больше) горизонтальному ребру так, чтобы все степени вершин стали четными (рис. 1-а).

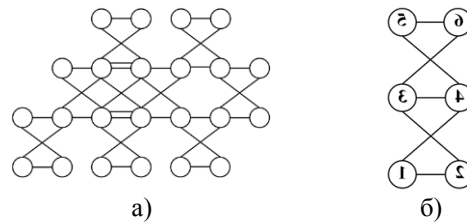


Рис. 1

Назовем мультиграфы такого вида (рис. 1) В-графами.

Для В-графов можно воспользоваться алгоритмом Флери [8].

Пусть задан граф $G(V,E)$

1. Начнем цикл с произвольной вершины u . Присвоим произвольному ребру uv , инцидентному u , номер 1. Удалим из графа ребро uv и перейдем в вершину v .

2. Пусть после k шагов мы находимся в вершине w . Выбираем произвольное ребро wt , причем мост выбирается только в том случае, если нет другой возможности. Ребру wt присвоим номер $(k+1)$. Удалим из графа ребро wt и перейдем в вершину t .

Результаты исследования

В построенном мультиграфе есть эйлеров цикл. В условиях нашей задачи обходить граф мы можем, только чередуя в любом порядке звенья, представленные на рис. 2.

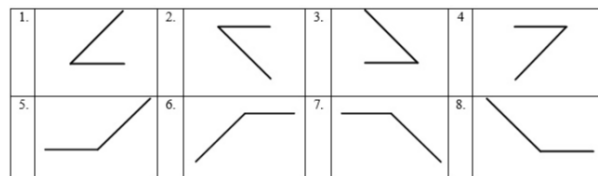


Рис. 2

Вначале всегда проходим по горизонтальному ребру, а затем по полукресту и удаляем их (согласно алгоритму Флери). Следовательно, за один проход через вершину будут убираться по два ребра, поскольку следующее звено будет выходить

из конечной вершины рассматриваемого звена.

Определение. Столбцом в В-графе будем называть подграф, смежные вершины которого находятся на расстоянии ребра по горизонтали, и наклонного ребра – по вертикали. Причем в горизонтальной проекции всегда будет одно ребро.

На рис. 1-а столбцов – 6.

Самой простой схемой для построения эйлерова цикла является прямоугольник любых размеров (в нашем случае столбец). На рис. 1-б показано, как строить эйлеров цикл: 1–2–3–4–5–6–3–4–1 с помощью звеньев 1;1;2;2.

Пусть задан В-граф $G(V, E)$. Не умаляя общности, всегда будем начинать "снизу слева" то есть с левого нижнего крестика. И будем считать, что пройденные ребра вычеркнуты.

Поскольку эйлеров цикл – это объединение всех простых циклов графа, то нам нужно построить все простые циклы, а потом объединить их в один. Для построения простого цикла от первого столбца вышивки нужно построить цепь к последнему столбцу прямым ходом, чтобы избежать мостов (чтобы $G(V, E)$ не распался на две связные компоненты). Возвращаясь в исходную точку обратным ходом, заполним все столбцы крестиками.

Через v_k , $k \in N$ обозначим вершины, которым инцидентны ребра двух соседних столбцов, входящие в эйлерову цепь, построенную на шаге 1.

Звеном 1 начнем строить цикл из левого нижнего крестика столбца 1. Начальная вершина – v_1 .

Пусть построен путь до столбца k и вершины v_k .

Шаг 1. Прямой ход построения простого цикла.

а) Из вершины v_k с помощью звена 5 или 7 переходим на столбец $(k+2)$, если в $G(V, E)$ есть соответствующие ребра.

б) Если в $G(V, E)$ соответствующих ребер нет, то из вершины v_k с помощью звена 3(4) поднимаемся (спускаемся) по столбцу $(k+1)$ вверх (вниз) до тех пор, пока не найдется таких ребер в столбце $(k+2)$, чтобы можно было воспользоваться звень-

ями 5 или 7 для перехода к столбцу $(k+2)$. Если таких ребер не найдется, то, воспользовавшись звеном 4 (3), возвратимся к вершине v_k , закрыв верхние (нижние) крестики столбца $(k+1)$. Двигаясь далее вниз (вверх) по этому столбцу с помощью звена 4 (3), найдем ребра, с помощью которых, воспользовавшись звеньями 5 или 7, можно перейти к столбцу $(k+2)$.

Получим вершины v_k, v_{k+1}, v_{k+2} , принадлежащие эйлеровой цепи.

Продолжаем использовать пункты а) или б) **Шага 1** до тех пор, пока не дойдем до последнего столбца n и вершины v_n . Столбец n – последний, поскольку крестами или полукрестами он заполнен весь, но ни одного ребра, инцидентного правым вершинам столбца n , нет.

Шаг 2. Обратный ход построения простого цикла.

Последний столбец в общем случае состоит из крестиков и полукрестов, а мы находимся в вершине v_n .

По последнему столбцу поднимаемся с помощью звена 1 или 3 до вершины v_{n-1} . С помощью звеньев 6 или 8 (или 1, или 2) переходим на столбец $(n-1)$. В этом столбце также закрываем крестики и полукресты, приходим в вершину v_{n-2} . Таким образом, проходя по всем столбцам вверх и вниз, и используя найденные ранее вершины как точки перехода от одного столбца к другому, придем в исходную вершину v_1 .

Так как все столбцы пройдены сверху вниз (снизу вверх), то эйлеров цикл построен. Поскольку мы начинали строить цикл слева, дошли до правого конца схемы, а затем вернулись в начало, то назовем такой цикл слева направо. Аналогично строится эйлеров цикл справа налево.

Обозначим шаги такого цикла через **Шаг 1'** и **Шаг 2'**.

Объединим все простые циклы в эйлеров цикл на графе $G(V, E)$.

Для этого воспользуемся алгоритмом:

1). **Шаг 1.**

2). Когда достигли последнего столбца n , то, двигаясь по нему вверх или вниз, проверяем наличие мостов справа и слева. Если мост справа, то переходим к пункту а) **Шага 1**, затем к **Шагу 2**. Если мост слева,

то переходим к пункту а) **Шага 1'**, затем к **Шагу 2'**. Продолжаем двигаться к начальной вершине с помощью **Шага 2**.

3). Пройдя таким образом по всем столбцам, вернемся в вершину v_1 .

Сложность алгоритма равна числу ребер в В-графе.

Пример. Построить эйлеров цикл на В-графе.

На рис. 3 представлен граф и решение (горизонтальные кратные ребра не указаны, чтобы не загромождать рисунок).

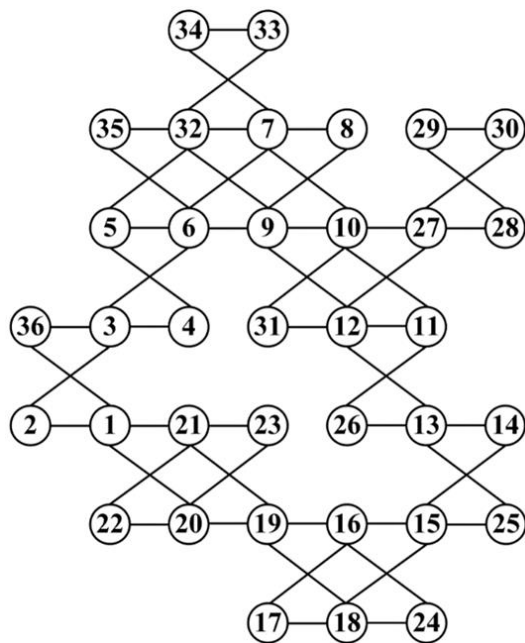


Рис. 3

Найдем левый дальний крест. Будем нумеровать вершины по ходу построения цикла.

1). **Шаг 1.** 1–2–3–4–5–6–7–8–9–10–11–12–13–14–15. Используя звенья 1;3;5;4;7;2;4, достигаем вершины 15, которая принадлежит последнему столбцу. Если перейдем к **Шагу 2**, то граф разобьется на две компоненты, поэтому переходим к **Шагу 1'**: 15–16–17–18–19–20–1 с помощью звеньев 6;3;8.

Достигли начальной вершины 1 и, используя **Шаг 2'**, возвращаемся, заполняя все пройденные столбцы. 1–21–22–20–23–21–19–16–17–18–15 с помощью звеньев 4;2;4;5. Возвратились в вершину 15, где избежали моста.

2). **Шаг 2.** 15–25–13–26–11–12–27 с помощью звеньев 1;1;1. Ребро 10–17 есть мост, поэтому возвращаемся к **Шагу 1**: 27–28–29 (звено 1). Переходим к **Шагу 2**: 29–30–27 (звено 4). Продолжаем строить цикл: 27–10–31–12–9–10–7–32–33–34–7–32–9–6–35–32–5–6–3–36–1 с помощью звеньев 6; 3; 3; 1; 2; 2; 8; 4; 2.

Заключение

Нахождение эйлерова цикла является непростой задачей для графов общего вида. Поскольку В-графы обладают некоторой спецификой, связанной с жесткой схемой вышивки крестом, то задача построения эйлерова цикла решилась.

Таким образом, при вышивке крестом по цветам всегда можно добиться красивой изнанки, причем можно начинать построение цикла (вышивать) из любой вершины. На рис. 4 показаны примеры вышивок с лицевой и изнаночной стороны, выполненные авторами статьи.

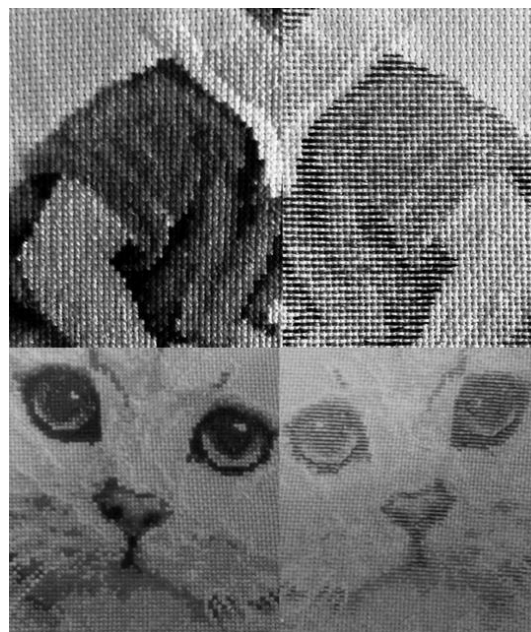


Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ishan Misra, Abhinav Shrivastava, Abhinav Gupta, Martial Hebert.* Stitch Networks for Multi-task Learning // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 27-30 June 2016.
2. *David Setiabudi, Sani M. Isa, Bambang Heru Iswanto.* Digital color classification for colorful cross stitch threads using RGB+Euclidean Distance and

LAB+CIE94 // 2016 International Conference on Information & Communication Technology and Systems (ICTS). – 12-12 Oct. 2016.

3. Massey P., McClary K., Parker D., Barton R.S., Solitro G. The rebar repair for radial meniscus tears: a biomechanical comparison of a reinforced suture repair versus parallel and cross-stitch techniques // Journal of Experimental Orthopaedics. – 6(1), 2019. P.38.

4. Nakama G.Y., Kaleka C.C., Franciozi C.E., (...), Cohen M., LaPrade R.F. Biomechanical Comparison of Vertical Mattress and Cross-stitch Suture Techniques and Single- and Double-Row Configurations for the Treatment of Bucket-Handle Media l Meniscal Tears // American Journal of Sports Medicine. 4– 7(5), 2019. P. 1194...1202.

5. Kun L.I., Qiang L.I., Hongguang Y.E. Application of Huangmei Cross-stitch in modern women's wear design // Journal of Silk. – 56(7), 2019.

6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Вышивка_крестом.

7. Ore O. Теория графов. – М.: Наука, 1980.

8. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978.

REFERENCES

1. Ishan Misra, Abhinav Shrivastava, Abhinav Gupta, Martial Hebert. Stitch Networks for Multi-task Learning // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 27-30 June 2016.

2. David Setiabudi, Sani M. Isa, Bambang Heru Iswanto. Digital color classification for colorful cross stitch threads using RGB+Euclidean Distance and LAB+CIE94 // 2016 International Conference on Information & Communication Technology and Systems (ICTS). – 12-12 Oct. 2016.

3. Massey P., McClary K., Parker D., Barton R.S., Solitro G. The rebar repair for radial meniscus tears: a biomechanical comparison of a reinforced suture repair versus parallel and cross-stitch techniques // Journal of Experimental Orthopaedics. – 6(1), 2019. P.38.

4. Nakama G.Y., Kaleka C.C., Franciozi C.E., (...), Cohen M., LaPrade R.F. Biomechanical Comparison of Vertical Mattress and Cross-stitch Suture Techniques and Single- and Double-Row Configurations for the Treatment of Bucket-Handle Media l Meniscal Tears // American Journal of Sports Medicine. 4– 7(5), 2019. P. 1194...1202.

5. Kun L.I., Qiang L.I., Hongguang Y.E. Application of Huangmei Cross-stitch in modern women's wear design // Journal of Silk. – 56(7), 2019.

6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Vyshivka_krestom.

7. Ore O. Teoriya grafov. – М.: Nauka, 1980.

8. Kristofides H. Teoriya grafov. Algoritmicheskiy podkhod. – М.: Mir, 1978.

Рекомендована кафедрой математических методов и информационных технологий в экономике ОГТУ. Поступила 10.02.21.

УДК 502.174:680

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_87

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ И БЫВШЕЙ В УПОТРЕБЛЕНИИ ОДЕЖДЫ

ON THE ISSUE OF USING TEXTILE WASTE AND USED CLOTHING

Р.Ф. КАЙУМОВА, Л.Р. ГИРФАНОВА

R.F. KAYUMOVA, L.R. GIRFANOVA

(Уфимский государственный нефтяной технический университет)

(Ufa State Petroleum Technological University)

E-mail: Karuf1@yandex.ru; 321li@mail.ru

На фоне нарастания остроты экологических проблем, связанных с хранением и утилизацией отходов, необходим поиск решений, направленных на разработку и внедрение ресурсосберегающих технологий, повышение сознательности потребителей, повышение экологичности существования изделий на всех этапах жизненного цикла. В работе проведен анализ основных направлений развития безотходных технологий современной индустрии моды. Представлены результаты проведенного авторами маркетингового

исследования отношения потребителей одежды к подбору рационального гардероба одежды, а также использования и утилизации одежды, бывшей в употреблении, и к безотходным технологиям. Результаты анкетного опроса подверглись сравнению с аналогичным опросом, проведенным среди потребителей нескольких европейских стран. Представлены способы использования текстильных отходов, образующихся при пошиве и раскрое одежды, разработанные авторами.

Against the background of the growing acuteness of environmental problems associated with the storage and disposal of waste, it is necessary to search for solutions aimed at the development and implementation of resource-saving technologies, increasing consumer awareness, increasing the environmental friendliness of the existence of products at all stages of the life cycle. The paper analyzes the main directions of the development of waste-free technologies in the modern fashion industry. The article presents the results of a marketing research conducted by the authors of the attitude of clothing consumers to the selection of a rational wardrobe of clothing, as well as the use and disposal of used clothing and to waste-free technologies. The results of the questionnaire were compared with a similar survey conducted among consumers in several European countries. Methods of using textile waste generated during sewing and cutting of clothes, developed by the authors, are presented.

Ключевые слова: экологические проблемы, безотходные технологии, утилизация использованной одежды.

Keywords: экологические проблемы, безотходные технологии, утилизация использованной одежды.

Длительность жизненного цикла швейных изделий постоянно сокращается, что обусловлено как необходимостью сменяемости технологий, так и возрастающими потребностями человека. Этот процесс, с одной стороны, приносит огромные доходы предприятиям индустрии моды [1], с другой – отрицательно влияет на экологию [2]. В связи с активным накоплением отходов и разнородными течениями в обществе в ответ на эту проблему были сформулированы 10 критериев экологичности, этичности и устойчивости моды [3]. Одним из принципов экологичности одежды является вторичная переработка и внедрение решений в области энергоэффективности и утилизации, другой принцип предполагает внедрение обучения и (или) информационно-просветительных инициатив по повышению сознательности потребления изделий индустрии моды и защиты окружающей среды.

Эксперты в области моды подсчитали, что в среднем ежегодно люди покупают на

60% больше вещей, чем 15 лет назад, ежегодно в мире производится 150 миллиардов предметов одежды, из них используется лишь 80 миллиардов. Срок службы ткани постоянно сокращается и в настоящее время составляет 3 года [4]. Бывшая в употреблении одежда скапливается, а затем идет на выброс, образуя гигантские свалки. В Великобритании ежегодно выбрасывается 1 миллион тонн одежды. Утилизация 2 миллионов тонн одежды в год приравнивается к тому, чтобы удалить с улиц городов миллион автомобилей [1]. Учитывая рост покупательского спроса на одежду, очевидно, что количество отходов будет возрастать.

Что же происходит с одеждой, бывшей в употреблении, в России?

Ответить на этот вопрос стало возможным после анализа результатов анкетного опроса, проведенного авторами среди потребителей одежды: студентов вузов и преподавателей разных направлений подго-

товки в возрасте от 18 до 35 лет (рис. 1 – возрастное распределение респондентов).

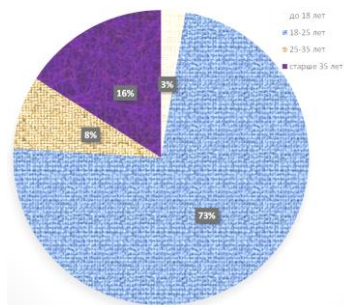


Рис. 1

Среднемесячный доход опрошенных (рис. 2 – распределение респондентов по уровню среднемесячного дохода, тыс. руб.) составляет в большинстве случаев 20...30 тысяч рублей в месяц (91%). Опрос показал преобладание достаточно однообразного гардероба, который включает в себя джинсы, брюки, свитера, куртки. Больше половины опрошенных (57%) признали, что имеют в гардеробе изделия, которые надевали 1...3 раза и больше не наденут, более того, у 59% купленная однажды вещь не надевалась вообще.

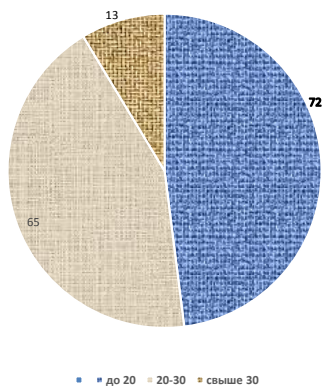


Рис. 2

Основной причиной новых покупок (рис. 3 – причины новых покупок одежды) большинство опрошенных называют желание заменить старое изделие (53%), но при этом следует иметь в виду, что оно претерпело только моральный износ и может быть не только подвергнуто вторичной переработке, но и успешно использоваться по назначению.

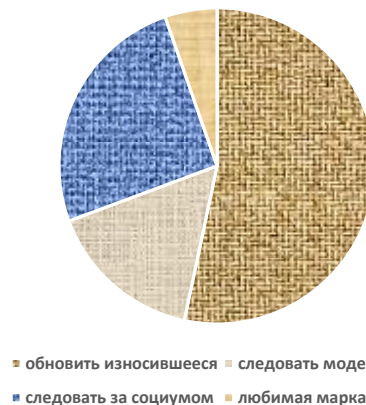


Рис. 3

Очевидно, что в обществе сложился избыточный спрос, характеризующийся неудовлетворенностью потребителей товаром и быстро сменяющимися тенденциями моды.

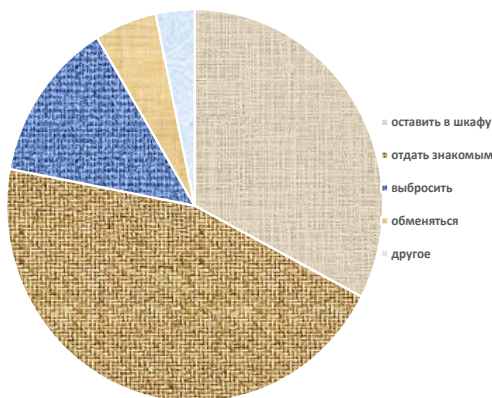


Рис. 4

Как поступают опрошенные потребители с надоевшими или вышедшими из моды вещами? 78% респондентов отдают вещи знакомым и родственникам или оставляют висеть в гардеробе, а 14% – выбрасывают (рис. 4 – распределение не используемой одежды). Большое количество новых вещей так и не находят своего хозяина и оказываются в конечном итоге на свалке. Достаточно большое количество опрошенных пробовали обновить некоторые вещи из своего гардероба (72%) своими руками, используя приемы кастомайзинга, или обращаясь в ателье. Это согласуется с информацией, что основной объем услуг, оказываемых в настоящее время ателье, в частности, в Республике Башкортостан,

связан с ремонтом и обновлением одежды, бывшей в употреблении [5].

При этом 63 % анкетированных знают о существовании сайтов, предлагающих обмен одежды, бывшей в употреблении. К сожалению, пока количество реальных пользователей подобными сайтами в России невелико. Подавляющее большинство опрошенных потребителей (68%) хотели бы покупать одежду больше и чаще, чему способствовали бы механизмы монетизации пригодной к носке одежды, бывшей в употреблении, и технологии утилизации текстиля.

Современные потребители хорошо осведомлены о качестве производимых материалов и предметов одежды из них [5], а ряд вопросов в анкетах позволил конкретизировать осведомленность потребителей о носимых ими вещах, например, 67% опрошенных изучают состав материалов по этикеткам, большинство анкетированных (66%) признают, что им важен состав материалов одежды, 61 % заботятся о своем комфорте, так как обращают внимание и на материал подкладки изделия. Большинство опрошенных (52%) пока не готовы отказаться от вещей из натурального меха и кожи, что отражает специфику российского климата.

Достаточно велик интерес потребителей к информации о стране-изготовителе одежды (62% опрошенных интересуются этим вопросом), но вопрос о том, где именно изготовлена одежда, не является определяющим при выборе одежды (38%). Это вполне согласуется с низкой степенью приверженности потребителей отдельным брендам (6%). Вопрос об утилизации старых изделий волнует 78% опрошенных. Подавляющее большинство опрошенных (95%) волнует вопрос о защите окружающей среды.

Результаты опроса показали хорошую осведомленность анкетированных о существовании изделий из переработанных материалов (60%). При этом пробовали сдавать старую одежду в обмен на новую со скидкой всего 21% опрошенных. Причиной тому является крайне малое количество приемных пунктов одежды, бывшей в употреблении.

Эти данные, полученные при опросе отечественного потребителя, согласуются с данными проведенного исследования среди потребителей одежды в пяти ведущих странах Европы (Германии, Франции, Великобритании, Испании и Италии) в возрасте от 25 до 34 лет [6]. Среди опрошенных на тему утилизации и вторичного использования текстильных отходов есть известные дизайнеры, такие как Стелла Маккартни, Вивьен Вествуд и Хусейн Чалаян, а также технологи, ученые, портные, журналисты и рядовые потребители одежды [1]. Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что формируется новый осознанный подход к дизайну и производству одежды без ущерба для коммерческой жизнеспособности и творчества с учетом экологической безопасности материалов [7].

В настоящее время множество фирм по всему миру изготавливают одежду и обувь из переработанного пластика. Некоммерческая организация Parley for the Oceans занимается организацией сбора океанического мусора и переработкой его в текстильный материал для изготовления спортивной одежды и обуви. С 2014 года в США развивается экологический проект RAW FOR THE OCEAN по производству джинсовой одежды из переработанного океанического мусора. В России известна марка одежды GO из переработанного пластика, разработанная и запущенная Ольгой Глаголевой, а также торговая марка экологичной одежды Again [8].

Таким образом, формируются следующие направления повышения экономичности производства при соблюдении принципов защиты окружающей среды – ресурсосбережение и вторичное использование отработавших изделий [1]. В России на сегодняшний день действуют 38 предприятий, перерабатывающих текстильные отходы, но при всем этом практически не используют межлекальные выпадки и обрезки тканей, хотя в России они гораздо дешевле, чем за рубежом – от 1 до 10 рублей за кг [8].

Одним из перспективных направлений, продлевающих жизненный цикл одежды, является переработка отходов, остающихся в процессе раскроя и пошива изделий [9].

При раскрое и изготовлении одежды в среднем от 5% до 15% материалов уходит в межлекальные выпады и не используется. А это ценное сырье (ткани, трикотажные полотна, нетканые материалы, натуральная и искусственная кожа и мех), которое может быть вновь использовано и зачастую без применения процессов переработки.

Развиваются два основных направления. Первое направление – переработка лоскута снова в ткань. Также текстильные отходы можно спрессовать и изготовить чехлы для ноутбука, покрытия для кресел, предметов интерьера [9], [10].

Осознанный подход к использованию изделий, присутствующих в нашем обиходе, побуждает к разработке новых технологий [11] и новых видов изделий, например, платье-композит, использования кожевенных выпадов для изготовления новых материалов и новых видов одежды. Разработанные технологии производства изделий и материалов с использованием межлекальных выпадов позволяют разнообразить модельный ряд изделий и обеспечивать различные физико-механические свойства на различных участках. Этому способствует и разработка композиционных материалов и оболочек, позволяющих в однослойном варианте реализовать все требуемые свойства изделия, дифференцированные по зонам [12].

На основе способа изготовления комбинированной одежды из разнородных компонентов была разработана одежда для детей младшего школьного возраста, корректирующая осанку, которая была рекомендована в качестве школьной формы для детей с отклонениями в осанке. Также была разработана женская многофункциональная одежда с встроенным бандажом для беременных. Кроме того, межлекальные выпады и отходы натуральной и искусственной кожи могут быть использованы при изготовлении утепленной специальной одежды, в частности, комбинезонов оригинальной конструкции с целью предотвращения тепловых потерь при осуществлении работающим гигиенических и физиологических функций при максимальном удобстве поль-

зования с максимальным сохранением целостности изделия. Конструкция комбинезона имеет отлетную спинку между боковыми швами. В отлетной задней части брюк комбинезона на участке сидения обрабатывается вставка овальной формы из композиционного материала на основе трикотажного полотна и настроенных на него полос формоустойчивого материала (межлекальных выпадов из искусственной или натуральной кожи). Формоустойчивое покрытие предохраняет материал от растяжения и обеспечивает необходимую защиту от низких температур. Эластичная основа вставки помогает легко растянуть вставку при необходимости. После выполнения физиологических и гигиенических потребностей дискретное формоустойчивое покрытие в виде полос смыкается и полностью покрывает трикотажную основу.

Таким образом, спрос на экологичную одежду сформирован, что подтверждается проведенными опросами и внедрением безотходных технологий. Результаты опросов потребителей и специалистов индустрии моды, проведенные в России и за рубежом, показали, что формируется новый осознанный взгляд на моду. Потребители демонстрируют озабоченность состоянием экологии и утилизации одежды, бывшей в употреблении, а также осведомленность о составе материалов, используемых для изготовления одежды.

Требования ресурсосбережения и экологичности новых технологий изготовления одежды побуждают исследователей разрабатывать новые способы использования отходов текстильного и швейного производства, в том числе для изготовления новых видов одежды с дифференцированными по зонам свойствами на основе малоотходных и безотходных технологий. Основными негативными факторами остаются проблемы сбора и сортировки отходов, в том числе и текстильных, что тормозит их переработку и вторичное использование, а также отсутствие отлаженных механизмов комиссионного использования готовых изделий.

1. *Sandy BlacK*. Slow Fashion: Aesthetics Meets Ethics Paperback. – New Internationalist, 2016. P.16...17.

2. Бич консьюмеризма: почему модная индустрия уничтожает планету 2019 [Электронный ресурс] // URL: <https://secretmag.ru/trends/whatsup/bich-konsyumerizma-kak-modnaya-industriya-unichtozhaet-planetu.htm/> (дата обращения: 23.11.2019)

3. 10 принципов экологичности одежды [Электронный ресурс] URL: <https://ecology.md/page/10-principov-ekologichnosti-odezhdy> (дата обращения 02.02.2020)

4. Экология и мода [Электронный ресурс] // URL: <https://liferead.media/lifestyle/ekologia-zagryaznyaet-planetu.html> (дата обращения: 23.11.2019)

5. *Каюмова Р.Ф.* Управление ассортиментом на малых предприятиях легкой промышленности Республики Башкортостан // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 1. С.12...16.

6. *Safia Minney, Lucy Siegle, Livia Firth*. Naked Fashion: New Fustainable fashion Revolution. - New Internationalist: 2012.- 176 p. [Electronic resource] // URL:https://play.google.com/store/books/details/Naked_Fashion_The_New_Sustainable_Fashion_Revoluti?id=itn0AgAAQBAJ&hl=ru (accessed: 16.08.2019)

7. *Sass Brown*. ReFashioned: Cutting-Edge Clothing from Upcycled Materials. – Laurence King Publishing: 2015. P. 164...166.

8. Переработка текстильных отходов [Электронный ресурс] // URL: <https://punkti-priema.ru/articles/pererabotka-tekstilnih-othodov> (дата обращения: 2.12.2019)

9. *Шарипова Р.Г., Гирфанова Л.Р.* Перспективы вторичного использования и переработки текстильных отходов в Республике Башкортостан // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. – 2019, № 4(30), С. 41...50.

10. *Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Кобелева С.А.* Экологическая безопасность использования текстильных отходов в промышленности строительных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №1. С.194...198.

11. *Гирфанова Л.Р., Ускова Л.И.* Способ изготовления формоустойчивых деталей из кожи и/или меха // Патент на изобретение RU 2538871, 10.01.2015, Бюл. № 1, 9 с.

12. *Каюмова Р.Ф.* Комбинезон для защиты от холода (варианты). Патент на изобретение RU 2654440 от 26.06.2017. Заявка № 2017122434 от 26.06.2017 опубл. 17.05.2018 Бюл. № 14 (МПК А 41 D 13/00 № 2017122434).

1. *Sandy BlacK*. Slow Fashion: Aesthetics Meets Ethics Paperback. – New Internationalist, 2016. R.16...17.

2. Bich kons'yumerizma: pochemu modnaya industriya unichtozhaet planetu 2019 [Elektronnyy resurs] // URL: <https://secretmag.ru/trends/whatsup/bich-konsyumerizma-kak-modnaya-industriya-unichtozhaet-planetu.htm/> (data obrashcheniya: 23.11.2019)

3. 10 printsipov ekologichnosti odezhdy [Elektronnyy resurs] URL: <https://ecology.md/page/10-principov-ekologichnosti-odezhdy> (data obrashcheniya 02.02.2020)

4. Ekologiya i moda [Elektronnyy resurs] // URL: <https://liferead.media/lifestyle/ekologia-zagryaznyaet-planetu.html> (data obrashcheniya: 23.11.2019)

5. *Kayumova R.F.* Upravlenie assortimentom na malyx predpriyatiyakh legkoy promyshlennosti Respubliki Bashkortostan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 1. S.12...16.

6. *Safia Minney, Lucy Siegle, Livia Firth*. Naked Fashion: New Fustainable fashion Revolution. - New Internationalist: 2012.- 176 r. [Electronic resource] // URL:https://play.google.com/store/books/details/Naked_Fashion_The_New_Sustainable_Fashion_Revoluti?id=itn0AgAAQBAJ&hl=ru (accessed: 16.08.2019)

7. *Sass Brown*. ReFashioned: Cutting-Edge Clothing from Upcycled Materials. – Laurence King Publishing: 2015. R. 164...166.

8. Pererabotka tekstil'nykh otkhodov [Elektronnyy resurs] // URL: <https://punkti-priema.ru/articles/pererabotka-tekstilnih-othodov> (data obrashcheniya: 2.12.2019)

9. *Sharipova R.G., Girfanova L.R.* Perspektivy vtorichnogo ispol'zovaniya i pererabotki tekstil'nykh otkhodov v Respublike Bashkortostan // Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ekonomika. Seriya: Ekonomika. – 2019, № 4(30), S. 41...50.

10. *Il'ichev V.A., Kolchunov V.I., Bakayeva N.V., Kobeleva S.A.* Ekologicheskaya bezopasnost' ispol'zovaniya tekstil'nykh otkhodov v promyshlennosti stroitel'nykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №1. S. 194...198.

11. *Girfanova L.R., Uskova L.I.* Sposob izgotovleniya formoustoychivykh detaley iz kozhi i/ili mekha // Patent na izobretenie RU 2538871, 10.01.2015, Byul. № 1, 9 s.

12. *Kayumova R.F.* Kombinezon dlya zashchity ot kholoda (varianty). Patent na izobretenie RU 2654440 ot 26.06.2017. Zayavka № 2017122434 ot 26.06.2017 opubl. 17.05.2018 Byul. № 14 (MPK A 41 D 13/00 №2017122434).

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования одежды. Поступила 30.03.21.

**МОДУЛЬНЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ
В РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ
ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ С УНИФИЦИРОВАННЫМИ ДЕТАЛЯМИ КРОЯ***

**MODULAR DESIGN METHOD
IN THE DEVELOPMENT OF DESIGN PROJECTS
OF SEWING PRODUCTS WITH UNIFIED CUT DETAILS**

С.С. РУДНЕВА, А.И. БЕЛИК, Е.В. ЛУНИНА

S.S. RUDNEVA, A.I. BELIK, E.V. LUNINA

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

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

E-mail: lunina-ev@rguk.ru

Применение модульного метода проектирования является актуальным при разработке швейных изделий с унифицированными деталями кроя. Одежда, в конструкции которой использованы модули, востребована, поскольку отвечает современным требованиям потребителя, а именно позволяет индивидуализировать его облик. В статье изложены особенности последовательности выполнения этапов разработки дизайн-проектов швейных изделий с унифицированными гомотетичными деталями кроя, исходной информацией в которых является либо используемый материал, либо объемная внешняя форма изделия.

The use of the modular design method is relevant in the development of sewing products with unified cut details. Clothes with modules in design are in demand, because they meet the modern requirements of the consumer, namely, they allow to individualize his appearance. The article describes the features of the sequence of design projects stages realization for sewing items with unified homothetic cut details creation, the initial information in which is either the material used or the 3d external shape of the garment.

Ключевые слова: дизайн костюма, модуль, конструкция одежды, проектирование одежды, унификация.

Keywords: costume design, module, clothes pattern, clothes design, unification.

Приемы модульного метода проектирования получили широкое распространение в разных областях дизайна с начала XX века [1..3]. Основными причинами этого являются быстрое развитие технологий и необходимость при сохранении массового производства удовлетворить стремление

потребителей индивидуализировать пространство вокруг себя.

Модуль – единица меры, а с точки зрения дизайна модуль – это единая форма много раз повторяющихся деталей в проекте. Так, Храм Василия Блаженного в Москве при всем своем многообразии ди-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-312-90048.

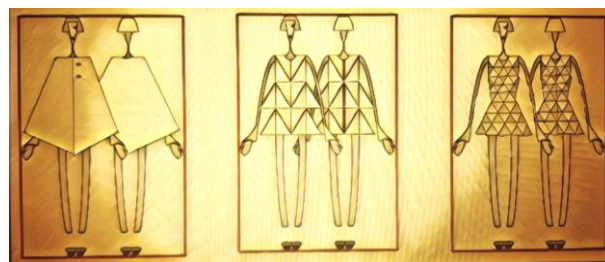
зайнерских решений сложен из определенных видов фигурных кирпичей, которые мы вправе назвать "модулями" [4].

Проведенный анализ [5], [6] показал, что применение большинства приемов модульного проектирования, используемых в дизайне архитектуры и интерьерных предметов, невозможно при создании одежды. Это связано с тем, что одежда имеет принципиально другую пластику и функционал. Однако некоторые приемы, основанные на сборе конструкции из деталей кроя одинаковой формы, активно используются мировыми дизайнерами одежды [6]. Модули могут быть использованы в дизайне одежды как конструктивные, конструктивно-декоративные и декоративные элементы конструкции [7], [8]. Но особый интерес с точки зрения конструирования представляет использование модулей в качестве унифицированных деталей кроя изделия, выполняющих конструктивно-декоративную роль.

Целью проведенных теоретических и практических исследований была разработка методологических основ проектирования нового класса женской одежды, состоящей из унифицированных деталей кроя геометрической формы, являющихся модулями, образующими в совокупности сложную пространственную форму изделия. Использование модульного метода в проектировании позволит создавать модели одежды с уникальными эстетическими свойствами, предназначенные для самовыражения человека в современном обществе.

В последние годы в связи с развитием трехмерных технологий проектирования и появлением новых одежных материалов, унификация, как приведение к единообразию деталей кроя, начала новый виток своего развития в дизайне костюма. Актуальные модели одежды мировых дизайнеров все чаще состоят из множества деталей одинаковой или гомотетичной формы. При этом в наши дни использование унификации принципиально отличается от того, каким оно было в XX веке. Ранее, в классической технологии проектирования одежды [9], унификация применялась для сведения к единообразию конструкций и технологии

изготовления одежды на одном предприятии в рамках сезонной коллекции или даже на протяжении нескольких лет производства разных коллекций, тем самым лишая потребителей индивидуальности и возможности самовыражения в костюме. Сейчас, напротив, использование унифицированных деталей кроя, осуществляемое путем внедрения модульного метода проектирования, позволяет создавать такие костюмы одежды, которые по всем признакам можно отнести к арт-объектам, призванным выразить индивидуальность их обладателя, подчеркнув его стремление к самовыражению.



а)

б)

в)

Рис. 1

Используя цифровую модель одеваемой фигуры, при разработке швейного изделия как оболочки возможно задать условие, что конечной целью аппроксимации поверхности является разбиением ее на равные или гомотетичные модули, то есть унифицированные детали. При этом модули могут быть практически любых размеров. Рассмотрим это на примере треугольного модуля (рис. 1 – треугольные модульные детали в конструкциях одежды, состоящей из двух деталей (а), тридцати двух деталей (б) и множества треугольных деталей (в)). Плечевое швейное изделие может состоять из любого числа модульных деталей, например двух (рис. 1-а) или тридцати двух (рис. 1-б). При проектировании одежды полуприлегающего и прилегающего силуэта в случае использования модулей необходимо использовать большое число мелких унифицированных деталей для обеспечения требуемого формообразования, и такое изделие будет называться мультидетальным [7]. Таким образом, чем меньше размер модульной детали, используемой в качестве

унифицированной детали кроя, тем больше возможностей имеет дизайнер при создании объемной формы изделия, которая может как повторять контуры фигуры человека, так и реконструировать самые причудливые фантазийные арт-объекты (рис. 2 – примеры модульных конструкций в моделях мировых дизайнеров одежды: а) – квадратные модульные детали в моделях одежды Valentino, коллекция осень-зима 2021; б) – круглые паттерны в моделях одежды Valentino, коллекция осень-зима 2021 и Iris van Herpen, коллекция осень-зима 2021; в) – треугольные модули в моделях одежды Valentino, коллекция осень-зима 2021, и Paco Rabanne, коллекция весна-лето 2021).



Рис. 2

С точки зрения модульного проектирования при разработке дизайн-проектов одежды следует рассмотреть следующие вопросы:

- форма проектируемой одежды должна рассматриваться как оболочка одеваемой поверхности, соответственно для ее проектирования следует применять знания современной теории оболочек и оболочковых структур [6], [10];

- назначение модульных деталей одежды (конструктивное, конструктивно-декоративное, декоративное);

- форма модулей и их размер;

- используемые материалы;

- технология соединения модулей в единую конструкцию.

При разработке дизайн-проекта предметы одежды целиком или его составные

части, как швейные оболочки сложной пространственной формы, предложено классифицировать по форме на пять групп: цилиндрические и их разновидности, двоякой положительной кривизны, коноиды, гиперболические параболоиды, комбинированные [6]. Форма оболочки оказывает влияние на выбор способа моделирования ее развертки и аппроксимации на модульные детали.

По результатам анализа моделей мировых дизайнеров установлено, что по форме унифицированных деталей кроя модульную одежду можно классифицировать на состоящую из треугольных, прямоугольных, круглых, многоугольных деталей и комбинации деталей перечисленных форм (рис. 2).

Проведенные нами практические исследования показали, что при проектировании одежды, состоящей из набора модулей, последовательность выполнения этапов разработки дизайн-проекта зависит от исходной информации, которая может быть следующей:

- 1) известен материал, из которого должен быть выполнен проект;

- 2) у дизайнера сформировано представление о пространственной форме изделия, которое он хочет получить.

Поскольку изделия из модульных деталей кроя, как правило, изготавливают по особенной, часто индивидуальной технологии, то при разработке дизайн-проекта следует обязательно учитывать технологические возможности производителя и навыки потребителя, в случае если планируется изделие, которое можно модифицировать в непроизводственных условиях.

Выбор материалов и технологии изготовления во многом определяет размер модулей, которые будут использованы в дизайн-проекте. Например, если используются текстильные материалы, обладающие осыпаемостью срезов и, следовательно, требующие их технологическую обработку, то в проекте нельзя применять модульные детали такого маленького размера, которые невозможно или слишком трудозатратно обработать. Но если модульные детали конструкции предполагается выполнять методом 3D-печати или из таких мате-

риалов, как натуральная кожа, неопрен, пленка, пластик и т.п., то размер деталей кроя зависит от задумки дизайнера и технологических особенностей сборки изделия. При использовании 3D-печати соединение модульных деталей можно выполнить путем формирования специальных экспресс-защелок по углам модулей при их изготовлении аддитивным способом, при этом размер деталей зависит только от задумки дизайнера. А при использовании натуральной кожи или пластика, как во всем известных коллекциях Пако Рабанна, следует учитывать размер соединительных нетекстильных элементов, расположенных в узлах соединения нескольких модульных деталей. В таком случае размер модульных деталей будет зависеть от технологических особенностей формирования прочного соединения деталей в узловых точках [7].

Внешняя форма изделия, полученного в результате использования модульного метода проектирования, – это не столько абрис или объем изделия, но и, зачастую, набор визуальных иллюзий, которые создают модули в сумме, в статике и при движении, при изменении освещения. Не зря модульные предметы одежды, представленные в последних коллекциях мировых дизайнеров, по-прежнему выглядят для нас футуристичными. Линии членений таких изделий далеки от привычных нам и подсо-

знательно вызывают ассоциацию с компьютерными трехмерными объектами. Помимо этого, в модульных конструкциях в разных областях дизайна широко используют создание визуальных эффектов путем комбинации одинаковых по форме деталей, но разных по цвету и фактуре. Учитывая это, на стадии проектирования формы предмета одежды при разработке дизайн-проекта следует рассмотреть возможные визуальные эффекты, создаваемые изделием при эксплуатации, с целью исключения нежелательных искажений фигуры и формы.

Суммируя результаты проведенных практических исследований и изложенное выше, нами предложены две последовательности выполнения этапов разработки дизайн-проекта швейных изделий с унифицированными гомотетичными деталями кроя: рис. 3 – последовательности выполнения этапов разработки дизайн-проекта модульных швейных изделий из заданного материала и рис. 4 – последовательности выполнения этапов разработки дизайн-проекта модульных швейных изделий заданной пространственной формы. Из алгоритмов видно, что последовательности выполнения проектных работ принципиально различны и зависят от того, что является первостепенным при реализации дизайн-проекта – материал или форма.



Рис. 3



Рис. 4

Изложенные последовательности выполнения этапов разработки дизайн-проектов апробированы при создании предметов женской плечевой одежды и сумок в условиях индивидуального и мелкосерийного производства. Результаты апробации и отзывы потребителей свидетельствуют о перспективности дальнейшего внедрения модульного метода проектирования в производство швейных изделий с использованием инновационных материалов и аддитивных технологий.

ВЫВОДЫ

1. Анализ модульного проектирования в дизайне костюма показал, что его целесообразно применять при разработке одежды из унифицированных деталей кроя, но с учетом присущих данной сфере дизайна технологических и конструктивных особенностей. Модули, как правило, должны иметь простые геометрические формы. Для их изготовления лучше выбирать материалы, требующие минимальной технологической обработки.

2. Предложено две последовательности выполнения этапов разработки дизайн-проекта модульных швейных изделий, состоящих из унифицированных деталей кроя геометрической формы, предназначенные для реализации в условиях индивидуального и мелкосерийного производств. Выбор последовательности зависит от того, что является первостепенным при реализации дизайн-проекта – материал или форма готового изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tseng M.M., Wang Y., and Jiao R.J. Modular Design. In: Chatti S., Laperrière L., Reinhart G., Tolio T., The International Academy for Production (eds) CIRP Encyclopedia of Production Engineering. – Springer, Berlin, Heidelberg. 2018. – 1832 p. DOI:10.1007/978-3-642-35950-7_6460-4

2. Musa M.F., Yusof M.R., Mohammad M.F. and Samsudin N.S., Towards the Adoption of Modular Construction and Prefabrication in the Construction Environment: A Case Study in Malaysia. Journal of Engineering and Applied Sciences. – V.11, №3, 2016. P.8122...8131.

3. Ripley R.L., and Bhushan B. Bioarchitecture: bio-inspired art and architecture-a perspective. Philos Trans

A Math Phys Eng Sci. – 2016. № 374(2073):20160192. doi: 10.1098/rsta.2016.0192.

4. Шубенков М.В. Структурные закономерности архитектурного формообразования. – М.: Архитектура. 2006.

5. Белик А.И., Руднева С.С., Лунина Е.В., Ташпулатов С.Ш., Махмудова Г.И., Сейткасымулы К. Применение архитектурных оболочек и сетчатых структур в современном костюме // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 2. С. 135...137.

6. Руднева С.С., Лунина Е.В. Создание костюмов как арт-объектов под влиянием культуры постмодернизма // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского гос. ун-та технологии и дизайна. – 2020, № 1. С. 206...209.

7. Лунина Е.В., Макаревич М.В. Особенности проектирования мультидетальных швейных изделий // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2018. Т. 40, № 2. С. 75...79.

8. Байбекова А.Ф., Лунина Е.В., Андреева Е.Г., Ташпулатов С.Ш., Махмудова Г.И., Култасов Д.Т. Художественное моделирование швейных изделий с мультидетальными орнаментальными узлами // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 2. С. 201...204.

9. Мартынова А.И., Романов В.Е., Ивлева Г.С., Коблякова Е.Б. Конструирование одежды с элементами САПР. – М.: ООО "Издательский дом КДУ", 2007.

10. Белик А.И., Лунина Е.В., Андреева Е.Г. Актуальность проектирования одежды по принципу формообразования платоновых тел // В сб.: Тошкент мода ҳафталиги доирасида ўтказиладиган халқаро илмий-амалий конференцияси илмий мақолалар тўплами. – 2019. С. 29...31.

REFERENCES

1. Tseng M.M., Wang Y., and Jiao R.J. Modular Design. In: Chatti S., Laperrière L., Reinhart G., Tolio T., The International Academy for Production (eds) CIRP Encyclopedia of Production Engineering. – Springer, Berlin, Heidelberg. 2018. – 1832 p. DOI:10.1007/978-3-642-35950-7_6460-4

2. Musa M.F., Yusof M.R., Mohammad M.F. and Samsudin N.S., Towards the Adoption of Modular Construction and Prefabrication in the Construction Environment: A Case Study in Malaysia. Journal of Engineering and Applied Sciences. – V.11, №3, 2016. P.8122...8131.

3. Ripley R.L., and Bhushan B. Bioarchitecture: bio-inspired art and architecture-a perspective. Philos Trans A Math Phys Eng Sci. – 2016. № 374(2073):20160192. doi: 10.1098/rsta.2016.0192.

4. Shubenkov M.V. Strukturnye zakonomernosti arkhitekturnogo formoobrazovaniya. – M.: Arkhitektura. 2006.

5. Belik A.I., Rudneva S.S., Lunina E.V., Tashpulatov S.Sh., Makhmudova G.I., Seytkasymuly K. Primenenie arkhitekturnykh obolochek i setchatykh struktur v

sovremennom kostyume // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 2. S. 135...137.

6. Rudneva S.S., Lunina E.V. Sozdanie kostyumov kak art-ob"ektov pod vliyaniem kul'tury postmodernizma // Vestnik molodykh uchenykh Sankt-Peterburgskogo gos. un-ta tekhnologii i di-zayna. – 2020, № 1. S.206...209.

7. Lunina E.V., Makarevich M.V. Osobennosti proektirovaniya mul'tidetal'nykh shveynykh izdeliy // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2018. T. 40, № 2. S. 75...79.

8. Baybekova A.F., Lunina E.V., Andreeva E.G., Tashpulatov S.Sh., Makhmudova G.I., Kultasov D.T. Khudozhestvennoe modelirovanie shveynykh izdeliy s mul'tidetal'nymi ornamental'nymi uzlamy // Izvestiya

Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 2. S. 201...204.

9. Martynova A.I., Romanov V.E., Ivleva G.S., Koblyakova E.B. Konstruirovaniye odezhdyy s elementami SAPR. – M.: OOO "Izdatel'skiy dom KDU", 2007.

10. Belik A.I., Lunina E.V., Andreeva E.G. Aktual'nost' proektirovaniya odezhdyy po printsipu formoobrazovaniya platonovykh tel // V sb.: Toshkent moda haftaligi doirasida ytkaziladigan xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiyasi ilmiy maqolalar typlami. – 2019. S. 29...31.

Рекомендована кафедрой художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий. Поступила 09.04.21.

УДК 669.058
DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_99

**СМАЗОЧНАЯ КОМПОЗИЦИЯ
ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН**

**LUBRICATING COMPOSITION
FOR MANUAL TRANSMISSION TEXTILE MACHINERY**

Е.А. ТОПОРОВА, В.П. ЗАРУБИН, В.В. КИСЕЛЕВ, А.В. ТОПОРОВ, Д.Ю. ПАЛИН
E.A. TOPOROVA, V.P. ZARUBIN, V.V. KISELEV, A.V. TOPOROV, D.YU. PALIN

**(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России)**

**(Ivanovo State Polytechnical University,
Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia)**

E-mail: evatopor@mail.ru; slavakis76@mail.ru; ironaxe@mail.ru

Качество продукции, производимой в текстильной промышленности, непосредственно связано со стабильной работой узлов и механизмов, приводящих в движение рабочие органы текстильного оборудования. Стабильность и надежность работы различных узлов текстильных машин связаны, в свою очередь, с качеством конструкционных материалов деталей, а также со свойствами смазочных материалов, используемых для смазки узлов оборудования. В статье приводятся результаты исследований разработанных смазочных композиций для использования их в тяжело нагруженных узлах трения текстильных машин.

Quality of production made in the textile industry is directly connected with stable work of the knots and mechanisms driving working bodies of the textile equipment. Stability and reliability of various units of textile machinery, are associated, in turn, with the quality of structural materials of parts, as well as with the properties of lubricants used for lubrication of equipment components. The article presents the results of studies of the developed lubricant compositions for use in heavily loaded friction nodes of textile machines.

Ключевые слова: трение, смазка, износ, надежность.

Keywords: friction, lubrication, wear, reliability.

С развитием электроники и компьютерного программирования появилась возможность управлять кинематическими и сило-

выми характеристиками рабочих органов текстильных машин, задавать законы движения рабочих органов при помощи микро-

процессоров и автоматизированных систем управления. Тем не менее, осуществить передачу вращающего момента рабочим органам тяжело нагруженных узлов прядильного, ткацкого, отделочного и другого оборудования возможно только при помощи механических передач. Скорости движения рабочих органов и соответственно частоты вращения валов и осей отличаются в сотни раз, при этом движение передается, как правило, от одного двигателя, что приводит к необходимости использования механических передач с большим передаточным отношением [1]. С этой точки зрения целесообразно использование червячных передач, которые и нашли применение в приводах чесальных, ленточных, гребнечесальных, приготовительно-ткацких, отделочных машин, ткацких станков. Червячные передачи широко применяются в приводах рабочих органов текстильных машин отечественного и зарубежного производства (на ткацких станках СТБ предприятия ТЕКСТИЛЬ-МАШ, оборудовании фирм "Rieter", "Trutzschler" и других производителей).

Особенности конструкции червячной передачи предполагают возникновение высоких контактных напряжений между червяком и червячным колесом, что приводит к повышенному износу и заклиниванию передачи. Сложность геометрии червяка делает его изготовление дорогостоящим, поэтому целесообразно увеличивать срок службы данной детали [1]. Известно, что ресурс работы червячной передачи во многом зависит от износа зубьев червячного колеса, который значительно превышает износ червяка [2], [3]. Увеличение ресурса работы червячной передачи может быть осуществлено при помощи замены материала червячного колеса – алюминиевой или оловянной бронзы на среднеуглеродистые качественные стали или низколегированные стали. Для обеспечения работоспособности такой трибопары необходимо использовать смазку, образующую металлоплакирующие пленки на поверхностях трения, что возможно при введении химически активных присадок. Основное назначение вводимых в базовую смазку присадок – это улучшение, прежде всего, противоизнос-

ных и антизадирных свойств [1], [5], [6]. Мельниковым В.Г. и Киселевым В.В. были разработаны смазочные материалы, реализующие избирательный перенос в паре трения сталь-сталь. Смазки на основе масла И-40А содержали стеараты меди и олова до 1,5% [5], [6]. Было отмечено, что эффект реализуется при давлении в контакте около 5МПа. Другие авторы отмечают давление в контакте менее 3 МПа, а также от 7,5 до 10 МПа [3] и от 5 до 7 МПа [4].

Химическая активность поверхностей металла и смазочного материала существенно влияет на прочность адсорбционной пленки. Наиболее прочные адсорбционные слои на металлах образуют поверхностно- активные вещества (ПАВ), такие как жирные кислоты, их спирты и эфиры, животные и растительные жиры, а также амины, амиды и их производные. Наибольшее увеличение действия жирных кислот и их мыл наблюдается на стали [1].

В данной работе предлагается исследовать новый наполнитель к маслам и смазкам, сочетающий в себе свойства металлоплакирующей присадки и металлокерамической добавки. Предполагается, что при совместном их использовании будет получен синергетический эффект [7...9].

В условиях лаборатории были разработаны три смазочные композиции: состав №1 содержал в себе металлоплакирующую добавку, выполненную на основе стеарата кобальта; состав №2 – металлокерамический наполнитель; состав №3 – комбинированный наполнитель.

Состав №1 представляет собой стеарат кобальта насыщенных и ненасыщенных жирных кислот растительных масел. Металлический компонент в стеарате находится в виде комплексонов, которые разрушаются с выделением химически чистого кобальта в зоне трения, где присутствуют нормальные и сдвигающие нагрузки и повышенные температуры. Химически чистый металл очень активен и практически мгновенно восстанавливается на контактирующих металлических поверхностях деталей узлов трения, предотвращая непосредственный контакт пары трения.

Металлокерамический наполнитель (состав №2) к смазочным материалам является искусственным аналогом природного минерала серпентина. Для получения этого наполнителя применялась золь-гель технология. Данная технология приготовления металлокерамического наполнителя является основным методом синтеза серпентина различной степени дисперсности и позволила получить наполнитель большей чистоты, чем природный. Исследуемый металлокерамический наполнитель представляет собой слоистую разновидность гидросиликатов магния $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$, синтезированных с применением геля кремниевой кислоты. Гель кремниевой кислоты получается путем гидролиза этилсиликата марки ЭТС-40.

Для получения комбинированного наполнителя (состав №3) в реакторе с водяным подогревом и постоянным перемешиванием совмещаем два наполнителя: кобальтовый стеарат и металлокерамический наполнитель, получая при этом комбинацию стеарата кобальта насыщенных жирных кислот и порошка искусственного серпентина. Металлические компоненты в составе №3 находятся в виде комплексонов и мелкодисперсного порошка. Мелкодисперсный порошок интенсифицирует процесс выделения на поверхностях трения химически чистого кобальта.

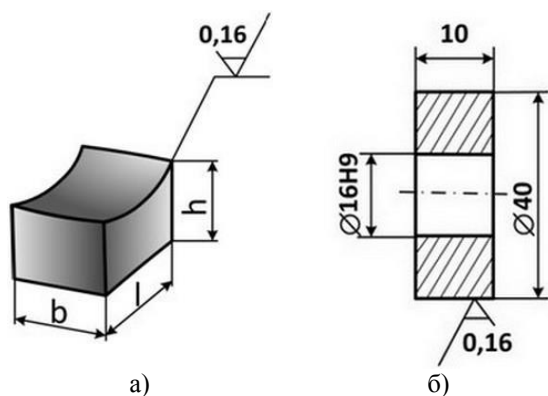


Рис. 1

Триботехнические свойства разработанных смазочных композиций проводились по следующим методикам: частичный вкладыш и контртело (рис. 1 – частичный вкладыш

и контртело (б) для проведения испытаний на трение и изнашивание) были изготовлены из стали 45 (ГОСТ 1050) с поверхностной твердостью (45...48) HRC. Все образцы имели рабочие поверхности с $Ra=0,16$.

Исследование триботехнических характеристик разработанных присадок проводилось на машине для испытания материалов на трение и износ модели СМТ-1 (рис. 2 – упрощенная схема узла трения машины СМТ-1: 1 – нижний (вращающийся) вал; 2 – верхний (неподвижный) вал; 3 – нагружающее устройство; 4 – образец; 5 – контртело).

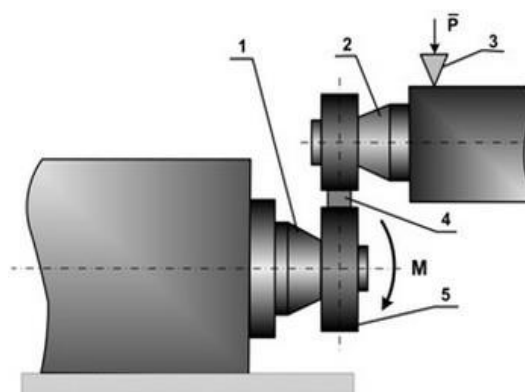


Рис. 2

Кроме момента трения определялась степень износостойкости испытуемых образцов. В данной работе использовались методы определения линейного износа образцов. Схема определения линейного износа представлена на рис. 3.

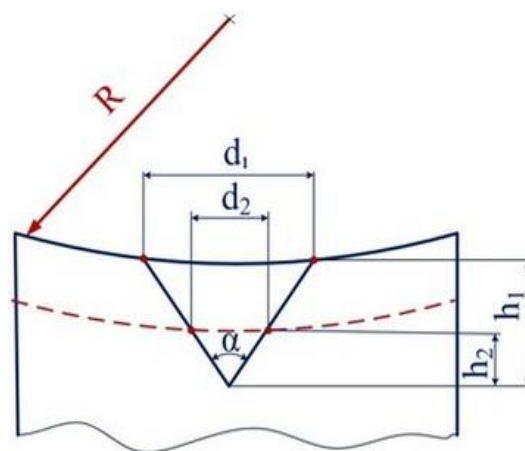


Рис. 3

Для определения интенсивности износа на поверхности трения наносились отпечатки коническим индентером. Диаметры отпечатков определялись с помощью микроскопа МБС - 10.

Смазочные материалы вводились в зону трения капельным способом. Концентрация разработанных присадок во всех экспериментах составляла 2 масс.%. Такую концентрацию выбрали исходя из анализа литературных источников, поскольку указанная концентрация приводится как одна из

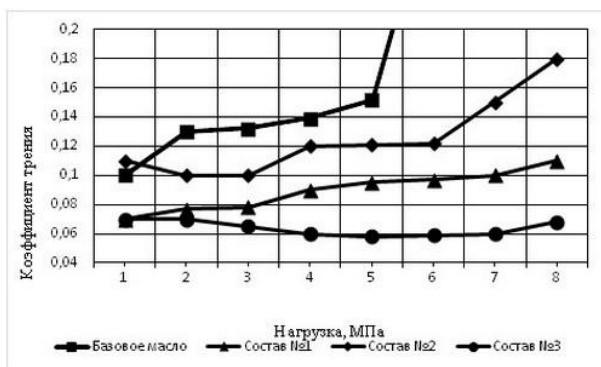


Рис. 4

Анализ результатов дает возможность сделать вывод об антифрикционных и противоизносных свойствах разработанных добавок к маслам. Введение в базовое масло присадки и наполнителя снижает коэффициент трения и интенсивность изнашивания. Все используемые добавки значительно повысили нагрузочную способность масла И-20. Если у масла без наполнителя резкий скачок коэффициента трения и катастрофический износ пары трения наблюдался при нагрузке в 4...5 МПа, то масло с добавками продолжало работать на нагрузке 7...8 МПа. Это является неоспоримым достоинством разрабатываемых добавок. При детальном рассмотрении триботехнических показателей исследованных смазочных материалов можно прийти к выводу об их эффективности. Так, металлоплакирующая добавка обладает хорошими, достаточно ровными показателями коэффициента трения и интенсивности изнашивания. По сравнению с базовым маслом эта присадка позволила снизить коэффициент трения в 1,5...2 раза, интенсивность изна-

оптимальных для подобных добавок. На рис. 4, 5 представлены исследуемые триботехнические характеристики базового масла И-20, а также масла И-20 с вводимыми в него добавками (1 – базовое масло с металлоплакирующей присадкой, состав 2 – базовое масло с металлокерамической присадкой, состав 3 – базовое масло с комбинированной присадкой; на рис. 4 – зависимости коэффициента трения, а на рис. 5 – интенсивности изнашивания от давления в пятне контакта).

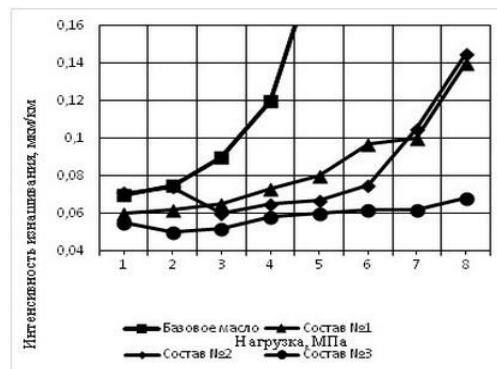


Рис. 5

шивания в 2...4 раза. Металлокерамическая добавка к маслу также показала снижение коэффициента трения и интенсивности изнашивания по сравнению с базовым маслом (в 1,2...1,8 и 2...3 раза соответственно). Однако стоит отметить совершенно другой характер исследуемых зависимостей по сравнению с разработанным составом №1. При использовании минеральной добавки заметны резкие колебания показателей коэффициента трения и интенсивности изнашивания. Особенно это видно в момент приработки пары трения. Такое поведение наполнителя говорит о более грубой его работе по сравнению с металлоплакирующей добавкой. Однако у смазки №2 в диапазоне нагрузок от 4 до 6 МПа заметны более ровные участки диаграмм, по которым можно судить об образовании устойчивого металлокерамического слоя. Лучшие показатели среди исследуемых композиций показала смазка №3. На всем диапазоне нагрузок у этой смазки наблюдается значительное уменьшение коэффициента трения в 3...6 раз и значительное уменьшение интенсив-

ности изнашивания в 2,5...5 раз. При этом смазка №3, на наш взгляд, объединила в себе положительные показатели металлоплакирующей и металлокерамической добавки. Так, на этапе приработки у смазки №3 отсутствуют резкие скачки значений коэффициента трения как у смазки №2, на это могло повлиять действие металлоплакирующей присадки. Попадая в зону трения, частицы минеральной добавки начинают подготавливать поверхность трения, выравнивая микронеровности и разрушая окисную пленку. Металлоплакирующая присадка сразу же осаждается на подготовленную "чистую" поверхность, не допуская контакта "металл - металл", снижая тем самым значение коэффициента трения. При дальнейшей работе комбинированный наполнитель образует устойчивый антифрикционный слой на поверхностях пары трения, о чем свидетельствуют относительно ровные участки диаграмм коэффициента трения и интенсивности изнашивания при нагрузке от 4 до 7 МПа.

Таким образом, можем сделать вывод о том, что разработанная комбинированная присадка может найти свое применение в качестве присадки к смазкам механических передач текстильных машин. Выявленные в ходе экспериментов некоторые качественные показатели, значительно превосходят показатели других аналогичных присадок. Не последним достоинством присадки является простота в применении и относительная дешевизна в изготовлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев Б.Р., Березин К.Г., Егоров С.А., Аleshин Р.Р. Повышение работоспособности червячных механизмов применением металлоплакирующих смазок // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 4. С. 93...98.
2. Павлов В.Г., Попов П.К., Селиверстов Е.Ю., Семидоцкий Н.В. Ресурс работы червячной передачи по условию предельно допустимого износа // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2007, №5. С. 19...25.
3. Дякин С.И., Филатова Т.П. Некоторые концепции применения материалов в тяжело нагруженных трибосопряжениях // Сб. ст.: Долговечность трущихся деталей машин. Вып. 2 / Под ред. Д.Н. Гаркунова. – М.: Машиностроение, 1987. С.19...31.

4. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985.

5. Киселев В.В., Мельников В.Г. Исследование свойств разработанных присадок на основе солей мягких металлов // Эффект безызносности и триботехнологии. – 2004, №1. С.16...20.

6. Зарубин В.П., Киселев В.В., Пучков П.В., Топоров А.В. Улучшение эксплуатационных характеристик автотранспортной техники за счет применения высокоэффективных присадок // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2014. Т. 3, № 1 (19). С. 56...62.

7. Зарубин В.П., Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В., Мельников А.А. Перспективы применения нанопорошков силикатов в смазочных материалах, используемых в пожарной технике // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. Т. 22, № 5. С. 65...70.

8. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Повышение надежности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов. Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010, № 3. С. 24...28.

9. Пучков П.В., Топоров А.В., Киселев В.В. Разработка конструкции трибологически безопасного резьбового соединения // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2012, № 1. С. 28...31.

REFERENCES

1. Kiselev B.R., Berezin K.G., Egorov S.A., Aleshin R.R. Povyshenie rabotosposobnosti chervyachnykh mekhanizmov primeneniem metalloplakiruyushchikh smazok // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2010, № 4. S. 93...98.
2. Pavlov V.G., Popov P.K., Seliverstov E.Yu., Semidotskiy N.V. Resurs raboty chervyachnoy peredachi po usloviyu predel'no dopustimogo iznosa // Trenie i smazka v mashinakh i mekhanizмах. – 2007, №5. S. 19...25.
3. Dyakin S.I., Filatova T.P. Nekotorye kontseptsii primeniya materialov v tyazhelonagruzhennykh tribosopryazheniyakh // Sb. st.: Dolgovechnost' trushchikh-sya detaley mashin. Vyp. 2 / Pod red. D.N. Garkunova. – М.: Mashinostroenie, 1987. S.19...31.
4. Garkunov D.N. Tribotekhnika. – М.: Mashinostroenie, 1985.
5. Kiselev V.V., Mel'nikov V.G. Issledovanie svoystv razrabotannykh prisadok na osnove soley myagkikh metallov // Effekt bezyznosnosti i tribotekhnologii. – 2004, №1. S.16...20.
6. Zarubin V.P., Kiselev V.V., Puchkov P.V., Toporov A.V. Uluchshenie ekspluatatsionnykh kharakteristik avtotransportnoy tekhniki za schet primeniya vysokoeffektivnykh prisadok // Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI. – 2014. Т. 3, № 1 (19). S. 56...62.
7. Zarubin V.P., Kiselev V.V., Toporov A.V., Puchkov P.V., Mel'nikov A.A. Perspektivy primeniya nanoporoshkov silikatov v smazochnykh materialakh,

ispol'zuemykh v pozharnoy tekhnike // Pozharovzryvo-bezopasnost'. – 2013. T. 22, № 5. S. 65...70.

8. Kiselev V.V., Toporov A.V., Puchkov P.V. Povyshenie nadezhnosti pozharnoy tekhniki primeneniem modernizirovannykh smazochnykh materialov. Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity. – 2010, № 3. S. 24...28.

9. Puchkov P.V., Toporov A.V., Kiselev V.V. Razrabotka konstruksii tribologicheski bezopasnogo

rez'bovogo soedineniya // Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta. – 2012, № 1. S. 28...31.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования ИВГПУ. Поступила 14.04.21.

УДК 677.023:62-83

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_104

**О ПРИМЕНЕНИИ И СТРУКТУРАХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ON APPLICATION AND STRUCTURES OF CONTROL SYSTEMS
OF VALVE-INDUCTOR ELECTRIC DRIVES
OF PROCESS MACHINES AND EQUIPMENT
OF TEXTILE INDUSTRY**

И.Н. ЕГОРОВ, В.А. ШАБАЕВ, И.С. ПОЛЗУНОВ

I.N. EGOROV, V.A. SHABAEV, I.S. POLZUNOV

**(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)**

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)

E-mail: egorovmtf@mail.ru

В статье приведены структурные схемы и передаточные функции регуляторов вектора тока и положения шестифазного реверсивного вентильно-индукторного двигателя, разомкнутой шестифазной вентильно-индукторной мехатронной системы с частотно-токовым регулированием и автоматическим формированием напряжения фаз, следящего адаптивного вентильно-индукторного привода.

The article presents structural diagrams and transfer functions of current vector regulators and position of the six-phase reversible gate-inductor motor, open six-phase gate-inductor mechatron system with frequency-current control and automatic generation of phase voltage, following adaptive gate-inductor drive.

Ключевые слова: текстильная машина, электропривод, система управления, шестифазный реверсивный вентильно-индукторный двигатель, структурная схема.

Keywords: textile machine, electric drive, control system, six-phase reversing valve- inductor motor, a block diagram.

Существенное ужесточение требований к показателям надежности, экономичности и быстродействия систем электроприводов (ЭП) текстильных машин приводит, например, к необходимости: рассмотрения математических моделей технологического процесса и обрабатываемого материала в качестве элемента модели системы ЭП [1...5]; для повышения быстродействия системы регулирования натяжения введения дополнительного канала силового воздействия на полотно [2], [3]. Это, в свою очередь, приводит к целесообразности применения позиционно-силового управления мехатронными системами [6].

Усложнение математических моделей систем управления ЭП приводит к внедрению методов структурно-параметрического синтеза [1] систем оптимального и модального управления ЭП с регуляторами повышенного порядка, безынерционных регуляторов состояния, динамических полиномиальных регуляторов и регуляторов с наблюдателями состояния. Многократные изменения приведенных моментов инерции, свойств материалов и других параметров обрабатываемых изделий приводит [1] к необходимости обеспечения робастности, селективной инвариантности и адаптивных свойств систем управления ЭП.

К другим путям совершенствования и повышения эффективности мехатронных систем текстильных поточных линий следует отнести совершенствование частотно-регулируемого асинхронного электропривода [4], [5] и рассмотрения вопросов применения других типов ЭП. Одной из возможных альтернатив асинхронному ЭП являются вентильно-индукторные ЭП (ВИП) [7...9].

Вентильно-индукторные двигатели (ВИД) представляют собой электромеханические преобразователи с электромагнитным способом преобразования энергии, а с другой стороны, вследствие конструктивного единства электромеханического преобразователя энергии (двигателя) с силовым преобразователем (инвертором), датчика положения и микропроцессорного устройства управления они являются вен-

тильно-индукторной мехатронной системой (ВИМС).

Традиционным способом управления ВИД является частотное управление [7], характеризующееся недостаточной жесткостью механических характеристик из-за "тяговой" характеристики двигателей [9], [10], высоким уровнем шумов и вибрации [9] и большой мощностью полупроводниковых приборов инвертора. Увеличение диапазона регулирования скорости, быстродействия, точности поддержания скорости или момента и расширение функциональных возможностей ВИМС привело к необходимости применения алгоритмов векторного и бездатчикового векторного управления [9].

В случае идеального холостого хода, при регулировании напряжения или тока ВИД, как аналог двигателя с последовательным возбуждением, описывается передаточной функцией интегрирующего звена. Если момент нагрузки не равен нулю, то ВИД описывается передаточной функцией апериодического звена первого порядка, коэффициент передачи и постоянная времени которого изменяются в зависимости от отношения частоты вращения и момента нагрузки. Следовательно, ВИД можно рассматривать в виде звена с переменными параметрами, что дает возможность обеспечивать его работу только во второй зоне регулирования с максимальным значением отношения момента на валу ВИД к амплитуде вектора тока. В качестве понятия амплитуды вектора тока, применительно к ВИД, авторы предлагают использовать сумму текущих значений токов фаз ВИД:

$$I = \sum_1^n i_n, \quad (1)$$

где I – амплитуда вектора тока ВИД; i_n – текущее значение тока фазы; n – номер фазы. Чтобы амплитуда вектора тока не зависела от положения ротора, необходимо:

$$I = \sum_1^n i_n = \text{const.} \quad (2)$$

Условия 1 и 2 могут быть выполнены, если токи фаз имеют форму "детектированной синусоиды" со сдвигом, равным 60 электрических градусов. В этом случае токи фаз не имеют разрывов производных при $i_n \neq 0$, что позволяет свести к минимуму шуму и вибрации. Такие формы токов фаз могут быть использованы в ВИД, имеющих коэффициент одновременности работы фаз $K_o = 3$, то есть в четырех- и шести-фазных нереверсивных и реверсивных ВИД (ЧНВИД, ШРВИД). При этом крутящий момент на валу будет определяться как:

$$\sum_1^n M_n = \sum_1^n \frac{i_n^2}{2} \frac{dL_n}{d\theta}, \quad (3)$$

где M_n – момент, возникающий благодаря протеканию тока по фазе n ; L_n – индуктивность фазы n ; θ – угловое положение ротора.

Если суммарный момент в соответствии с выражением (3) $\sum_1^n M_n = \text{const}$, то

$\frac{dL_n}{d\theta} = \text{const}$, то есть в процессе вращения при токах фаз, имеющих форму "детектированной синусоиды" со сдвигом равным 60 электрических градусов, индуктивности фаз должны изменяться линейно.

Структурная схема разомкнутой шести-фазной ВИМС с частотно-токовым регулированием по методу "токового коридора" показана на рис. 1.

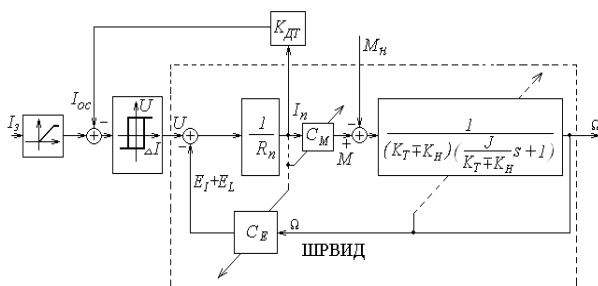


Рис. 1

Если формирование напряжения фаз происходит автоматически, то внутренние

обратные связи по ЭДС можно не учитывать. При этом структурная схема разомкнутой ВИМС с ШРВИД и частотно-токовым регулированием и автоматическим формированием напряжения фаз ($K_{(M,\Omega)}$ – коэффициент, определяющий зависимость момента от частоты вращения) принимает вид, показанный на рис. 2.

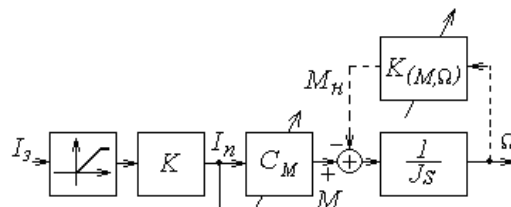


Рис. 2

Суммарный приведенный момент инерции ШРВИД и механизма может изменяться в несколько раз за счет изменения массы нагрузки (например, за счет изменения числа пассажиров троллейбуса). Вследствие этого ВИД, даже с системой частотно-токового регулирования, является объектом с переменными параметрами, что приводит к необходимости применения нелинейного токового управления.

Передаточная функция ВИМС, показанной на рис. 2, в операторной форме будет иметь вид:

$$W_i = \frac{\Omega}{I_3} = K C_M \frac{1}{J_s} = \frac{K C_M}{\frac{K_{(M,\Omega)}}{J_s} + 1} = \frac{M_n \left(\frac{\Omega}{M_n} s + 1 \right)}{\Omega} = \frac{\Omega}{M_n} \frac{K C_M}{J_s + 1}. \quad (4)$$

Момент ШРВИД не пропорционален амплитуде вектора тока, однако при постоянной температуре использование нелинейного блока, моделирующего зависимость $M_{oc} = f(I_n)$ в цепи обратной связи, или использование нелинейного блока, моделирующего зависимость $I_3 = f(M_n)$ в прямой цепи, дает возможность реализовать линейную характеристику контура регулирования момента ШРВИД.

Контур регулирования момента, используемый в качестве внутреннего контура регулирования скорости, является аperiodическим звеном первого порядка и имеет "тяговую" характеристику. Так как

увеличение коэффициента передачи пропорционального регулятора скорости при "тяговой" характеристике контура момента приводит к увеличению диапазона регулирования и снижению его помехоустойчивости, то более целесообразно применение пропорционально-интегрального регулятора.

Применение в качестве регулятора скорости изодромного звена с переменными параметрами позволяет увеличить статическую и динамическую жесткость контура регулирования скорости. Контур регулирования скорости с таким алгоритмом управления является адаптивной системой регулирования с параметрической настройкой (рис. 3) [11]. Для настройки параметров изодромного звена в функции отношения момента нагрузки к скорости необходима информация о величинах и законах изменения скорости и момента ВИМС. Измерение скорости обеспечивается датчиком скорости, дифференцированием сигнала датчика положения и наблюдателем скорости. Получение информации о моменте нагрузки является сложной технической задачей, так как момент M , развиваемый двигателем, уравнивается моментом нагрузки M_H и динамической составляющей момента:

$$M_H = M - \frac{d\Omega}{dt} J. \quad (5)$$

Структурная схема следящего адаптивного вентильно-индукторного привода МС (K_θ – коэффициент электромагнитной редукции) с "жесткими" механическими характеристиками, разработанного в ПАО "НИПТИЭМ", показана на рис.3.

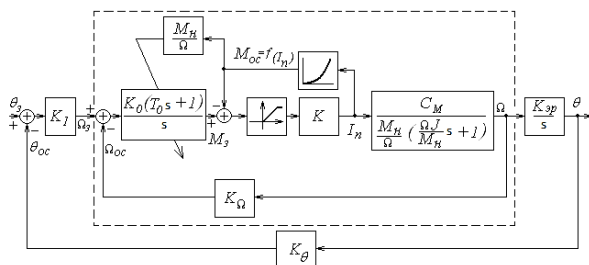


Рис. 3

Механические характеристики данного привода при регулировании момента являются "жесткими". При размыкании обратных связей по скорости и положению ВИМС ориентированы в первую очередь на использование в электротранспорте, кранах, лифтах, робототехнике и технологических системах с вентиляторной нагрузкой.

В Ы В О Д Ы

Амплитуда векторов тока и момента при коэффициенте одновременности работы фаз, равном трем, не зависит от положения ротора, если ток имеет форму "детектированной синусоиды", а индуктивности фаз изменяются линейно, в зависимости от угла поворота ротора. Реализовать такую форму тока можно при помощи частотно-токового управления. Представление передаточных функций ВИМС с ЧНВИД и ШРВИД в виде апериодических звеньев первого порядка с переменными параметрами позволяет синтезировать адаптивные регуляторы векторов тока, момента, скорости и положения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Тарарыкин С.В., Тютиков В.В., Анисимов А.А., Копылова Л.Г., Аполонский В.В. Структурно-параметрический синтез и цифровая реализация регуляторов мехатронных систем / Под ред. С.В. Тарарыкина. – Иваново: ИГЭУ, 2019.
2. Глазунов В.Ф. Регулирование технологических параметров обрабатываемых текстильных материалов средствами автоматизированного электропривода // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 4. С. 131...135.
3. Глазунов В.Ф., Вилков П.В. Стабилизация натяжения ткани в оборудовании непрерывного действия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С. 110...113.
4. Глазунов В.Ф., Виноградов А.Б., Шишков К.С. Асинхронный электропривод механизма формирования сновальных валов // Вестник ИГЭУ. – 2011, вып 1. С. 81...87.
5. Глазунов В.Ф. О построении электропривода механизмов намотки сновальных валов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №6. С. 95...98.
6. Егоров И.Н. Позиционно-силовое управление робототехническими и мехатронными устройствами. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010.

7. *Виноградов А.Б.* Векторное управление электроприводами переменного тока. – Иваново: Изд-во ИГЭУ, 2008.

8. *Козаченко В.Ф., Русаков А.М., Сорокин А.В., Кочанов Ю.И., Ионов А.А., Тарасов Д.В.* Вентильно-индукторный привод - перспективное направление развития современного регулируемого электропривода // *Новости теплоснабжения.* – 2011, №11 (135). С.24...26.

9. *Островерхов Н.Я.* Система векторного управления тяговым вентильно-индукторным электроприводом // *Электротехнические и компьютерные системы.* – 2014, №15 (91). С. 41...44.

10. *Шабаетов В.А.* Управление электромеханическими преобразователями энергии с различными механическими характеристиками // *Электротехника.* – 2015. №3. С.23...27.

11. *Егоров И.Н., Шабаетов В.А.* Адаптивный электропривод // *Машиностроитель.* – 1983, №2. С.17...18.

REFERENCES

1. Tararykin S.V., Tyutikov V.V., Anisimov A.A., Kopylova L.G., Apolonskiy V.V. Strukturno-parametricheskii sintez i tsifrovaya realizatsiya regulyatorov mekhatronnykh sistem / Pod red. S.V. Tararykina. – Ivanovo: IGEU, 2019.

2. Glazunov V.F. Regulirovanie tekhnologicheskikh parametrov obrabatyvaemykh tekstil'nykh materialov sredstvami avtomatizirovannogo elektroprivoda // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2016, № 4. S. 131...135.

3. Glazunov V.F., Vilkov P.V. Stabilizatsiya natyazheniya tkani v oborudovanii nepreryvnogo deystviya // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii,*

Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2011, № 3. S. 110...113.

4. Glazunov V.F., Vinogradov A.B., Shishkov K.S. Asinkhronnyy elektroprivod mekhanizma formirovaniya snoval'nykh valov // *Vestnik IGEU.* – 2011, vyp 1. S. 81...87.

5. Glazunov V.F. O postroenii elektroprivoda mekhanizmov namotki snoval'nykh valov // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2014, №6. S. 95...98.

6. Egorov I.N. Pozitsionno-silovoe upravlenie robototekhnicheskimi i mekhatronnymi ustroystvami. – Vladimir: Izd-vo Vladim. gos. un-ta, 2010.

7. Vinogradov A.B. Vektornoe upravlenie elektroprivodami peremennogo toka. – Ivanovo: Izd-vo IGEU, 2008.

8. Kozachenko V.F., Rusakov A.M., Sorokin A.V., Kochanov Yu.I., Ionov A.A., Tarasov D.V. Ventil'no-induktornyiy privod - perspektivnoye napravleniye razvitiya sovremennogo reguliruемого elektroprivoda // *Novosti teplosnabzheniya.* – 2011, №11 (135). S.24...26.

9. Ostroverkhov N.Ya. Sistema vektornogo upravleniya tyagovym ventil'no-induktornym elektroprivodom // *Elektrotekhnicheskie i komp'yuternye sistemy.* – 2014, №15 (91). S. 41...44.

10. Shabaev V.A. Upravlenie elektromekhanicheskimi preobrazovatelyami energii s razlichnymi mekhanicheskimi kharakteristikami // *Elektrotekhnika.* – 2015. №3. S.23...27.

11. Egorov I.N., Shabaev V.A. Adaptivnyy elektroprivod // *Mashinostroitel'.* – 1983, №2. S.17...18.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 23.09.20.

УДК 677.011

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_109

**КОМБИНИРОВАННАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ СИСТЕМА
РЕГУЛИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ЛЕНТЫ**

**COMBINED NEURAL NETWORK SYSTEM
FOR REGULATING LINEAR TAPE DENSITY**

А.Д. СЕМЕНОВ, В.В. ВОЛКОВ, В.С. НИКОЛАЕВ, Н.К. ПАКУЛОВА

A.D. SEMENOV, V.V. VOLKOV, V.S. NIKOLAEV, N.K. PAKULOVA

(Пензенский государственный технологический университет,
Пензенский государственный университет)

(Penza State Technological University,
Penza State University)

E-mail: volkovv@penzgtu.ru

Рассмотрена комбинированная система регулирования линейной плотности волокнистой ленты, в которой регулирование по отклонению реализуется нейросетевым регулятором, синтезированным из условия инвариантности по возмущению.

We consider a combined system for regulating the linear density of a fiber tape, in which the deviation control is implemented by a neural network controller synthesized from the perturbation invariance condition.

Ключевые слова: комбинированная система регулирования, линейная плотность волокнистой ленты, ленточная машина, нейросетевой регулятор.

Keywords: combined control system, linear density of fiber tape, tape machine, neural network controller.

В настоящее время разработано и нашло практическое применение большое количество регуляторов линейной плотности, устанавливаемых на ленточных машинах [1], [2]. Лучшие показатели качества, достигаемые за счет более сложной системы регулирования, имеют комбинированные регуляторы. Однако использование традиционных законов регулирования в силу не-

линейности и стохастичности объекта (вытяжной прибор + волокнистый продукт) не позволяет получить более высокие показатели качества. Одним из возможных способов дальнейшего совершенствования систем регулирования линейной плотности является использование нейронных сетей и нечеткого управления [3].

Постановка задачи

Рассмотрим процесс регулирования линейной плотности, динамика которого представляется уравнением

$$y_m = P[u], \quad (1)$$

где P – нелинейный оператор, отображающий вход u в выход y_m математической модели процесса.

Пусть y_d желаемая траектория управляемого процесса. Тогда управление должно удовлетворять условию:

$$J = \min_u (|y_d - y_m|), \quad (2)$$

где y_m – значение регулируемой величины на выходе объекта, в котором протекает управляемый процесс (1).

Подставляя в условие (2) уравнение (1), получим:

$$J = \min_u (|y_d - P[u] - e_m|), \quad (3)$$

где e_m – ошибка модели.

Очевидно, что минимум (3) достигается при условии:

$$|y_d - P[u] - e_m| = 0. \quad (4)$$

Откуда искомого управление, отвечающее условию (2), будет равно:

$$u = P^{-1}(y_d - e_m) = P^{-1}(y_m). \quad (5)$$

Метод синтеза регулятора, реализующего уравнение (5), наталкивается на ряд трудностей, связанных с условиями существования и реализуемости оператора, обратного к P . В том случае, если такой оператор существует и реализуем, возникают проблемы робастности по отношению к ошибкам моделирования и его физической реализуемости. Предлагается в качестве такого регулятора использовать нейронную сеть, обучаемую по временным рядам выходного и входного сигналов системы. Причем на вход нейронной сети подается выходной сигнал регулируемого процесса,

а на выход – входной, чем и достигается получение оценки обратного оператора P^{-1} . Рассмотрим формирование обратного оператора двухзонного вытяжного прибора, реализующего управление по возмущению и компенсирующего неровноту волокнистого продукта, поступающего в вытяжной прибор.

Формирование обратного оператора вытяжного прибора

Структурная схема двухзонного вытяжного прибора показана на рис. 1.

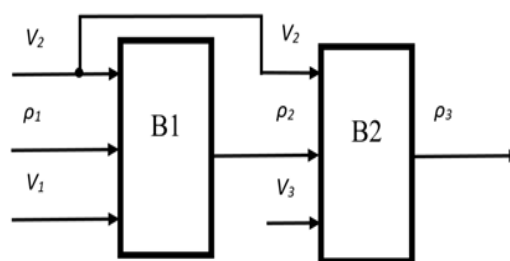


Рис. 1

Она включает в себя блок первой $B1$ и второй $B2$ зон вытягивания; V_1, V_2, V_3 – скорости выпуска первой, второй и третьей выпускной пары; ρ_1, ρ_2, ρ_3 – линейные плотности ленты на входе, после первой зоны и на выходе вытяжного прибора. Будем полагать, что стабилизация линейной плотности осуществляется путем регулирования скорости выпуска V_1 в зависимости от измеряемых линейных плотностей на входе и выходе вытяжного прибора, то есть закон управления будем искать в виде

$$u = P^{-1}(\rho_1, \rho_3). \quad (6)$$

Динамика блока описывается следующими уравнениями [4]:

$$\begin{aligned} R_2 \frac{d\rho_2}{dt} + V_2 \rho_2 &= -R_1 \frac{d\rho_1}{dt} + V_1 \rho_1; \\ R_3 \frac{d\rho_3}{dt} + V_3 \rho_3 &= -R_2 \frac{d\rho_2}{dt} + V_2 \rho_2; \\ T \frac{dV_1}{dt} + V_1 &= kU. \end{aligned} \quad (7)$$

Третье уравнение системы (7) описывает динамику регулируемого привода первой выпускной пары.

В случае приемлемой стабилизации процесса будем считать, что $\frac{d\rho_2}{dt} = \frac{d\rho_3}{dt} = 0$. Тогда исходная система упростится, и условия компенсации примут вид:

$$V_1 = R_1 \frac{d\rho_1}{dt} + V_3 \rho_0; \quad (8)$$

$$U = \frac{T \frac{dV_1}{dt} + V_1}{k}.$$

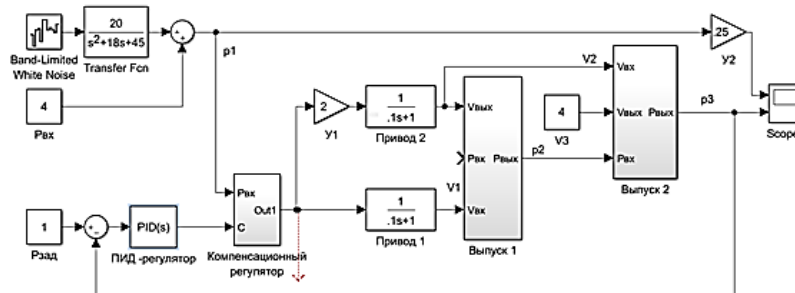


Рис. 2

На рис. 3 показаны результаты работы этой системы для случая, когда входная линейная плотность приведена к выходной.

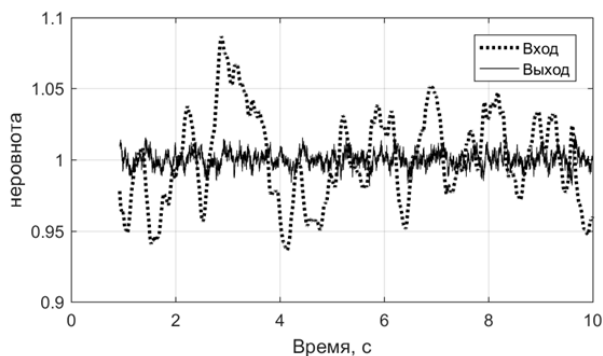


Рис. 3

Введение компенсационного регулятора позволяет снизить дисперсию неровноты в 24 раза.

Физическая реализация такого регулятора связана с известными трудностями, поскольку для его работы необходимо получать вторые производные от измеряемых сигналов неровноты. Для преодоления указанных трудностей воспользуемся нейронной сетью.

Синтез нейросетевого компенсационного регулятора

Для обучения такого регулятора использо-

На рис. 2 представлена Simulink-модель комбинированной системы стабилизации линейной плотности с компенсационным регулятором (8) в контуре регулирования по возмущению и ПИД - регулятором в контуре регулирования по отклонению. Входной сигнал Simulink-модели вычислялся по методу формирующего фильтра.

валась динамическая трехслойная нейронная сеть прямой передачи с линейными функциями активации в каждом слое. Обучение сети проводилось по алгоритму Левенберга – Маркварта, регуляризованного по Байесу. При обучении в качестве входной обучающей выборки использовались входные и выходные сигналы компенсационного регулятора. В качестве выходной обучающей выборки использовался выходной сигнал компенсационного регулятора. Нейронная сеть при таком обучении представляет собой АРСС-модель, связывающую выходные сигналы регулятора с входным.

На рис. 4 показана разность сигналов компенсационного и нейросетевого регулятора.

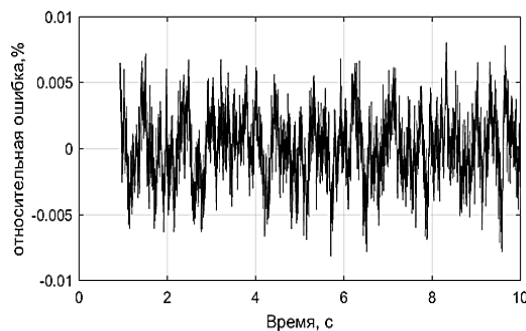


Рис. 4

Как видно из рисунка, ошибка нейросетевого регулятора практически равна нулю, и такой регулятор физически реализуем на базе нейронной сети.

ВЫВОДЫ

1. Для повышения качества регулирования линейной плотности волокнистой ленты предложено использовать комбинированную систему регулирования, в которой компенсационный регулятор в контуре регулирования по отклонению построен из условия инвариантности по возмущению.

2. Для достижения условий инвариантности было проведено формирование обратного оператора вытяжного прибора, что позволило синтезировать компенсационный регулятор.

3. Работоспособность регулятора проверялась в ходе вычислительного эксперимента на Simulink-модели системы регулирования. Было установлено, что дисперсия неровноты в выходной ленте снижается в 24 раза.

4. Для обеспечения физической реализуемости компенсационного регулятора была создана и обучена на Simulink-модели системы регулирования динамическая трехслойная нейронная сеть прямой передачи с линейными функциями активации в каждом слое. Обучение сети проводилось по алгоритму Левенберга – Маркварта, регуляризованного по Байесу.

5. Построенный на базе нейронной сети нейросетевой компенсационный регулятор

физически возможен и реализует такой же закон управления, как и исходный регулятор (относительная разность выходных сигналов регуляторов не превышает 0,01 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов П.А. Компьютерное моделирование технологических систем и продуктов прядения. – М.: Наука, 2006.

2. Волков В.В., Семенов А.Д., Николаев В.С. Система автоматического регулирования линейной плотности волокнистого материала // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2013, №2. С.68...71.

3. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю. Нейросетевые системы управления. – М.: Высшая школа, 2002.

4. Ашнин Н.М. Вытягивание. Сложение. – СПб.: СПГУТД, 2011.

REFERENCES

1. Sevost'yanov P.A. Komp'yuternoe modelirovanie tekhnologicheskikh sistem i produktov pryadeniya. – M.: Nauka, 2006.

2. Volkov V.V., Semenov A.D., Nikolaev V.S. Sistema avtomaticheskogo regulirovaniya lineynoy plotnosti voloknistogo materiala // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2013, №2. S.68...71.

3. Terekhov V.A., Efimov D.V., Tyukin I.Yu. Neyrosetevye sistemy upravleniya. – M.: Vysshaya shkola, 2002.

4. Ashnin N.M. Vytyagivanie. Slozhenie. – SPb.: SPGUTD, 2011.

Рекомендована кафедрой автоматизации и управления ПГТУ. Поступила 14.04.21.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОЛЬМАТАЦИИ
НЕТКАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН
ПРИ ДРЕНИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**COMPUTER STUDY OF THE PROCESS OF COLMATATION
OF NONWOVEN GEOTEXTILE FABRICS DURING DRAINING
OF CONSTRUCTION OBJECTS**

М.А. ЛЫСОВА, Н.А. КОРОБОВ, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Б.Н. ГУСЕВ

M.A. LYSOVA, N.A. KOROBOV, N.A. GRUZINTSEVA, B.N. GUSEV

**(Ивановский государственный химико-технологический университет,
Ивановский государственный политехнический университет)**

**(Ivanovo State of Chemistry and Technology University,
Ivanovo State Polytechnical University)**

E-mail: lysova7@yandex.ru; mtsm@ivgpu.com

В статье проведено компьютерное исследование процесса кольматации нетканых геотекстильных полотен, уложенных при дренировании в различных объектах строительства (железнодорожных путях, при мелиорации земель сельскохозяйственного назначения и других объектов). В результате предложено выделить простое негативное свойство "кольмативность" и определить для него новые косвенные количественные характеристики в абсолютных и относительных единицах. В итоге определен наиболее информативный показатель, характеризующий степень проникновения кольматанта по толщине геополотна. Кроме этого для диагностики уровня кольматанта в исследуемом геополотне предложено с применением шкалы порядка ввести четыре уровня градации для установления предельного срока эксплуатации используемого синтетического нетканого материала.

The article presents a computer study of the process of colmatation of non-woven geotextile fabrics laid during drainage in various construction objects (railway tracks, land reclamation for agricultural purposes and other objects). As a result, it is proposed to identify a simple negative property "colmativity" and define new indirect quantitative characteristics for it in absolute and relative units. As a result, we determined the most informative indicator that characterizes the degree of penetration of colmatant along the thickness of the geopolotn. In addition, to diagnose the level of colmatant in the studied geo-field, it is proposed to introduce four gradation levels using a scale of order to establish the maximum service life of the synthetic non-woven material used.

Ключевые слова: нетканые геосинтетические полотна, процесс кольматации, прямые и косвенные показатели свойства.

Keywords: non-woven geosynthetic fabric, the process of mudding, direct and indirect measurements of properties.

Геосинтетические материалы (ГСМ) в различных строительных объектах выполняют функции защиты, армирования, разделения, фильтрации, дренирования, борьбы с эрозией, гидроизоляции [1]. Выделим и рассмотрим отдельно технологическую функцию, связанную со способностью геосинтетики задерживать грунт или другие частицы, которые перемещаются вместе с жидкостью в дренажных системах, то есть функцию дренирования [2]. Для выполнения данной технологической функции в строительном объекте наиболее подходит нетканое геосинтетическое полотно (ГПТ-НТ), которое обладает хорошей водопроницаемостью, и при этом не происходит его быстрое засорение и заиливание из-за большого количества микроотверстий.

В материаловедческой дисциплине [3] данный негативный процесс для ГПТ-НТ определяется понятием "кольматирование" (кольматацией). При этом различают кольматацию механическую, химическую, термическую и биологическую. Носителем кольматантного материала (кольматанта) служат жидкости и газы.

В соответствии с приведенными выше данными выделим на уровне качественной характеристики (простого свойства) понятие "кольматационность" или "кольмативность" и установим количественные показатели данного свойства. Выделенное свойство отнесем к группе фильтрационных свойств, определяющих способность пропускать поперек плоскости геополотна жидкости, а также удерживать на контактной поверхности частицы грунта. Стандартный метод определения фильтрационной способности ГСМ предусматривает определение расхода воды на единицу ширины образца при заданном градиенте напора и линейном законе фильтрации [3]. Данный метод требует специальной аппаратуры, которая в РФ не производится. Для определения других путей решения данной проблемы возможны обозначенные нами ранее направления поиска [5], [6].

В соответствии с установленной целью исследования по выявлению новых количественных показателей выделенного негативного свойства "кольмативность", осу-

ществим экспериментальные исследования нетканого геополотна марки "Дорнит" производства ОАО "Нипротекс" из полиэфирного волокна поверхностной плотности 300 г/м².

С учетом приведенного выше понятия процесса кольматации возможно непосредственное определение массы кольматанта на основании выражения:

$$m_k = m_{зм} - m_{чм},$$

где m_k – масса кольматанта; $m_{зм}$, $m_{чм}$ – масса соответственно сухого загрязненного и чистого геополотна.

Для поиска других вариантов количественной оценки свойства "кольмативность" проводили компьютерные исследования приготовленных проб ГПТ-НТ в соответствии с алгоритмом, указанным на рис. 1

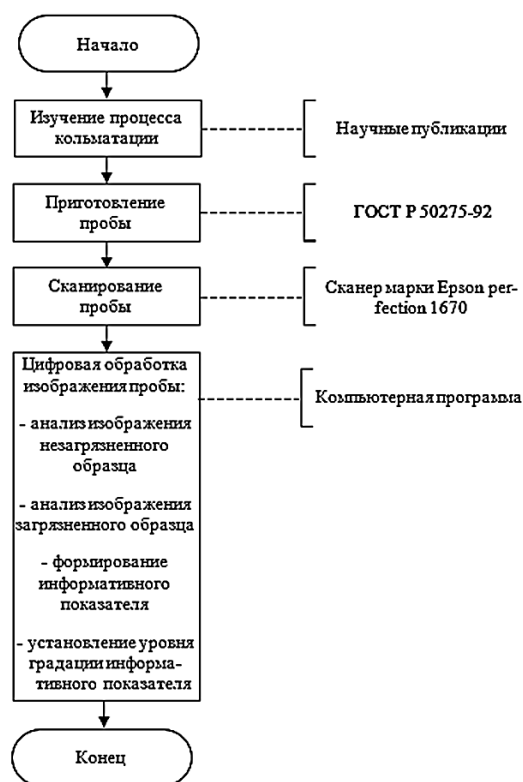


Рис. 1

При подготовке проб площадью 1 дм² осуществляли искусственный процесс их загрязнения кольматантом (тонером) механическим путем. В дальнейшем осуществляли сканирование пробы с двух сторон (наружной и внутренней поверхности) в от-

раженном свете с использованием сканера марки Epson perfection 1670 для получения соответствующих изображений, показан-

ных на рис. 2 (а - чистый образец, б - внутренняя загрязненная поверхность, в - наружная загрязненная поверхность).

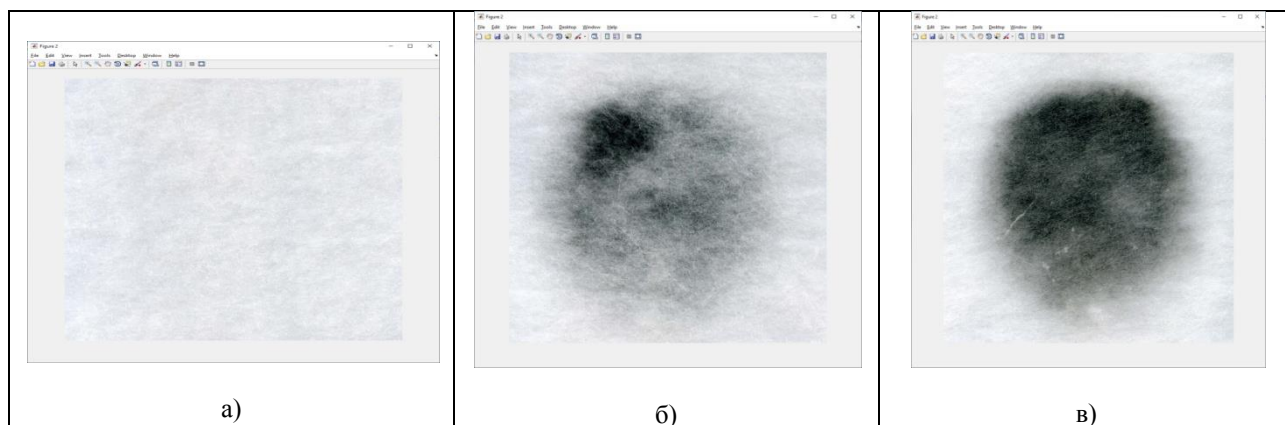


Рис. 2

Цифровая обработка пробы заключалась в анализе гистограммы яркости (рис. 3), где было определено, что фон незагрязненного образца формируется точками с яркостью от 187 до 255 пикселей. Следовательно, изображение образца с кольматантом находится в диапазоне от 0 до 186 пикселей.

Далее выделяли (контрастировали) все точки, окрашенные в цвета яркости от 0 до 186 пикселей.

Возможный вариант количественной оценки исследуемого свойства состоит в рассмотрении изменения плотности проникновения кольматанта на известной площади геополотна, то есть определение степени загрязненности пробы:

- по абсолютной величине: $\Delta S = S_H - S_B$ при $S_H = S_B$, $\Delta S = 0$;

- по относительной величине: $\delta S = 1 - S_B / S_H$ при условии $S_B / S_H \leq 1$; $K_S = S_B / S_H$, при $S_B = S_H$, $K_S = 1$ (где S_H , S_B – площадь загрязненного участка пробы соответственно с наружной и внутренней стороны загрязнений).

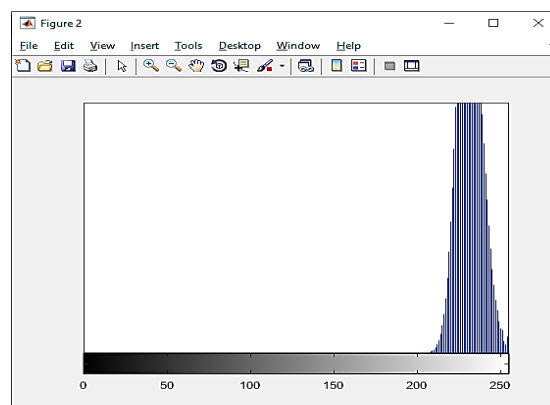


Рис. 3

Т а б л и ц а 1

Показатели, количество пикселей	Испытываемый образец				
	1	2	3	4	Среднее
Площадь загрязнения (наружная сторона)	5633929	5635831	5633008	5635236	5634501
Площадь загрязнения (внутренняя сторона)	5633972	5635872	5635672	5635872	5635347
Яркость загрязнения (наружная сторона)	98	125	102	125	112,50
Яркость загрязнения (внутренняя сторона)	136	167	140	150	148,25

П р и м е ч а н и е. Сторона 1 пикселя $25,41/600 = 0,04235$ мм; площадь 1 пикселя $0,04235 \times 0,04235 = 0,00179$ мм².

Анализ экспериментальных данных, приведенных в табл. 1, показал, что площади пятен загрязнений с наружной и внутренней сторон оказались практически одинаковыми. Поэтому оценка степени загрязнения геополотна на основании вышеприведенного показателя неэффективна. Одной из причин, возможно, является то, что исследуемое нетканое геополотно для данного типа сканера слишком прозрачно, и загрязненный участок насквозь просматривается почти одинаково с двух сторон.

В то же время при дальнейшем анализе экспериментальных результатов (табл. 1) было выявлено, что существенное отличие в данных загрязнения проб наблюдается по

цвету. Следовательно, количественные показатели в виде:

- по абсолютной величине: $\Delta_p = p_n - p_v$;

- по относительной величине: $\delta_p = 1 - p_v/p_n$

(где p_n, p_v – количество темных точек (пикселей) соответственно на наружной и внутренней стороне пробы) считаем информативными и используем в дальнейшем для оценки процесса кольматации нетканого геополотна.

По шкале порядка установим градации по показателю степени проникновения кольманата (по абсолютной величине) на площади 1 дм², которые приведены в табл.2.

Т а б л и ц а 2

Δ_p , количество пикселей	$(1 - \Delta_p)$, мм ²	Δ_a	Уровень градации	Управленческое решение
255...187	0,00...0,11	0,00...0,24	Не загрязнена	-
186...100	0,12...0,27	0,25...0,59	Низкая загрязненность	-
99...50	0,28...0,36	0,60...0,78	Средняя загрязненность	Срок эксплуатации материала можно продлить
49...0	0,37...0,46	0,79...1,00	Высокая загрязненность	Материал требует замены

Усовершенствуем данный показатель с учетом того, что сторона 1 пикселя: $25,41/600 = 0,04235$ мм; а площадь 1 пикселя $0,04235 \times 0,04235 = 0,00179$ мм². Кроме того, характер оценки загрязненности в пикселях имеет обратную тенденцию: 0 – черный, 255 – белый). Потребитель же к оценке загрязненности чисто психологически привык к обратной картине. Поэтому целесообразнее использовать обратную величину, а именно $(1 - \Delta_p)$. С целью установления уровня градации выделенного показателя перейдем к безразмерному показателю $\Delta_a = (1 - \Delta_p)/0,46$. Значения данного показателя находятся в пределах от 0 до 1, где 0 соответствует не загрязненному полотну, а 1 самой высокой степени загрязненности.

ВЫВОДЫ

1. На основании изучения процесса кольматации (загрязненности) нетканых геосинтетических материалов предложено выделить простое негативное свойство

"кольмативность" и определить для него новые косвенные количественные характеристики по абсолютной и относительной величинам.

2. На основании проведенных экспериментальных исследований предложено ввести новый информативный количественный показатель свойства кольмативности ГСМ, а именно степень проникновения кольманата по толщине материала в абсолютных и относительных единицах измерения.

3. Для диагностики уровня кольманата в исследуемом материале предложено с применением шкалы порядка ввести четыре уровня градации для установления предельного срока эксплуатации ГСМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОДМ 218.2.046-2014. Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве. – М.: Росавтодор, 2014.

2. Маслов Б.С., Панов Е.П., Кормыш Е.И. и др. Мелиорация и водное хозяйство. – М.: Изд-во "Ассоциация ЭКОСТ", 2001.

3. *Машкин Н.А.* Материаловедение. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010.

4. EN ISO 12958-2010. Геотекстильные материалы и изделия, относящиеся к геотекстилям. Определение их пропускной способности в плоскости применительно к воде.

5. *Федосов С.В., Пospelov П.И., Гойс Т.О., Матрохин А.Ю., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.* Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве//Academia. Архитектура и строительство. – 2016, №1. С. 101...106.

6. *Лысова М.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.* Установление номенклатуры показателей качества геосинтетических нетканых полотен с учетом их эксплуатационной принадлежности. // Российский химический журнал. – 2019, №3-4. С. 50...54.

REFERENCES

1. ODM 218.2.046-2014. Rekomendatsii po vyboru i kontrolyu kachestva geosinteticheskikh materialov, primenyaemykh v dorozhnom stroitel'stve. – М.: Rosavtodor, 2014.

2. Maslov B.S., Panov E.P., Kormysh E.I. i dr. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. – М.: Izd-vo "Asotsiatsiya EKOST", 2001.

3. *Машкин Н.А.* Materialovedenie. – Novosibirsk: NGASU (Sibstrin), 2010.

4. EN ISO 12958-2010. Geotekstil'nye materialy i izdeliya, odnosyashchiesya k geotekstilyam. Opredelenie ikh propusknoy sposobnosti v ploskosti primenitel'no k vode.

5. Fedosov S.V., Pospelov P.I., Goys T.O., Matrokhin A.Yu., Gruzintseva N.A., Gusev B.N. Problemy otsenki kachestva i standartizatsii geosinteticheskikh materialov v dorozhnom stroitel'stve//Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo. – 2016, №1. С. 101...106.

6. Lysova M.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N. Ustanovlenie nomenklatury pokazateley kachestva geosinteticheskikh netkanykh poloten s uchetom ikh ekspluatatsionnoy prinadlezhnosti. // Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal. – 2019, №3-4. С. 50...54.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения, метрологии и стандартизации ИВГПУ. Поступила 13.04.21.

УДК 628.517.2

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_118

РАСЧЕТ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ ОГРАЖДЕНИЙ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН

SOUNDPROOFING PROTECTIONS FOR THE INDUSTRIAL EQUIPMENT

О.С. КОЧЕТОВ, Г.И. ХАЗАНОВ, М.А. АПАРУШКИНА

O.S. KOCHETOV, G.I. KHAZANOV, M.A. APARUSHKINA

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

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

E-mail: o_kochetov@mail.ru; paxt@yandex.ru

Работа посвящена снижению шума на рабочих местах производственных помещений с использованием звукоизолирующих ограждений, устанавливаемых на наиболее шумное оборудование с учетом его акустических характеристик. Рассмотрен вопрос установки звукоизолирующих ограждений на оборудование в целом и на отдельные его узлы. В качестве примера звукоизоляции в источнике возникновения шума машины приведен расчет звукоизолирующего ограждения, предназначенного для установки его на аэродинамические устройства прядильных машин.

Work is devoted noise decrease on workplaces of industrial premises with use of the soundproofing protections, established on the most noisy equipment taking into account its acoustic characteristics. The question of installation of soundproofing protections on the equipment as a whole and on its separate knots is considered. As a sound insulation example in a source of occurrence of noise of the car calculation of the soundproofing protection intended for its installation on aerodynamic devices of spinning cars is resulted.

Ключевые слова: производственные помещения, рабочие места, снижение шума, звукоизолирующие ограждения, акустические характеристики.

Keywords: industrial premises, workplaces, noise decrease, soundproofing protections, acoustic characteristics.

Для снижения шума на рабочих местах производственных помещений используются как звукопоглощающие облицовки и конструкции, так и звукоизолирующие ограждения, устанавливаемые на наиболее шумное оборудование с учетом их акустических характеристик [1], [2]. При этом установка звукоизолирующих ограждений может осуществляться как на оборудование в целом [3], так и на отдельные его узлы [2].

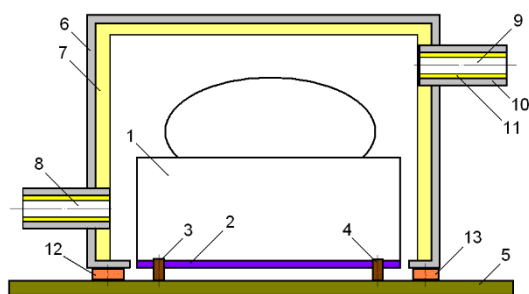


Рис. 1

На рис.1 представлена схема звукоизолирующего ограждения, предназначенного для установки его на технологическое оборудование 1 в целом. Ограждение содержит выполненные из упругого материала, например мягкой резины, виброизолирующие опоры 12 и 13, и установленный на них кожух 6, внутренние стенки которого облицованы звукопоглощающим материалом 7. В кожухе 6 выполнены вентиляционные каналы 8 и 9 для устранения перегрева оборудования, внутренние стенки 10 которых обработаны звукопоглощающим материалом 11 и акустически прозрачным материалом, например типа повиден. Платформа 2 оборудования 1 также установлена на виброизолирующие опоры 3 и 4, которые базируются на перекрытии 5 производственного здания. Каркас кожуха 6 выполнен либо цельным, либо состоящим из шумопоглощающих элементов, вписанных в его контур.

При работе технологического оборудования 1 вибрация и шум воспринимаются виброизолирующими опорами 3, 4, 12, 13, а звукопоглощающий материал 7 снижает уровень шума, производимого машиной. Переход звуковой энергии в тепловую (диссипация, рассеивание энергии) происходит

в порах звукопоглотителя, представляющих собою модель резонаторов Гельмгольца, где потери энергии происходят за счет трения колеблющейся с частотой возбуждения массы воздуха, находящегося в горловине резонатора, о стенки самой горловины, имеющей вид разветвленной сети пор звукопоглотителя.

Авторами разработана программа расчета уровней звукового давления негерметичных ограждений на ПЭВМ в среде Excel.

Расчет проводится по следующей зависимости:

$$R_{\text{кож.тр}} \leq R_{s_i} - 10 \lg \left(\frac{\sqrt{1-\alpha} + \frac{\sum \tau_i S_{oi}}{\sum S_i} \cdot 10^{0,1R_{si}}}{\alpha + \frac{\sum \tau_i S_{oi}}{\sum S_i} + (\sqrt{1-\alpha}) \cdot 10^{-0,1R_{si}}} \right), \quad (1)$$

где $R_{\text{кож.тр}}$ – требуемая звукоизоляция кожуха, дБ, определяемая по формуле:

$$R_{\text{кож.тр}} = L_i - L_{\text{доп}} + 5, \quad (2)$$

L_i – октавный уровень звукового давления в расчетной точке от одиночно работающей изолируемой машины, дБ; $L_{\text{доп}}$ – допустимый по нормам уровень звукового давления в расчетной точке, дБ; R_{s_i} – средняя звукоизоляция сплошной части ограждений i -го кожуха, дБ; α – реверберационный коэффициент звукопоглощения внутри i -го кожуха; τ_i – энергетический коэффициент прохождения звука через глушитель технологического отверстия (для простого отверстия $\tau_i = 1$, причем простым отверстием считается отверстие без глушителя шума, как в нашем случае); $\sum S_{oi}$ – суммарная площадь технологических отверстий для i -го кожуха машины, м^2 ; $\sum S_i$ – суммарная площадь сплошной части ограждения, м^2 , определяемая по формуле

$$\sum S_i = 2(\ell_i b_i + b_i h_i + \ell_i h_i) - \sum S_{oi}, \quad (3)$$

где ℓ_i , b_i , h_i – соответственно длина, ширина и высота i -го кожуха, м.

Величина реверберационного коэффициента звукопоглощения внутри ограждения определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{\alpha_o (\sum S_i - \sum S_{oc}) + \alpha_{oc} \sum S_{oc}}{\sum S_i}, \quad (4)$$

где α_o – реверберационный коэффициент звукопоглощения для ограждений без звукопоглощающего материала; α_m – реверберационный коэффициент звукопоглощения звукопоглощающего материала; $\sum S_m$ – площадь нанесения звукопоглощающего материала, m^2 .

Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука L_{2-jpr} , дБ, при наличии в цехе штапельного производства ОАО "Киевское производственное объединение "Химволокно" звукопоглощающих конструкций определялись с учетом максимально возможного звукопоглощения следующим образом:

$$L_{2-jpr} = L_{P_o} + 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\chi_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\Psi_{1-j}}{B_{1-j}} \right), \quad (5)$$

где L_{P_o} – звуковая мощность источника шума, дБ (принимается по паспортным данным на технологическое оборудование); S_i – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей i -й источник шума и проходящей через расчетную точку; m – количество источников шума, ближайших к расчетной точке; n – общее количество источников шума в помещении с учетом среднего коэффициента одновременности работы оборудования; χ_i – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля [1], [5]; Φ_i – фактор направленности i -го источника шума, безразмерный, определяемый по технической документации на источник шума (для ИШ с равномерным полем звука следует принимать $\Phi_i = 1,0$); Ψ_{1-j} – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимаемый по графику в зависимости от отношения $B_{1-j}/S_{огр}$, [1], [5]; B_{1-j} – постоянная по-

мещения после его акустической обработки, m^2 ; $j=1,2,3,4$ – число последовательных приближений к выбору максимально достаточной площади ΔA_j дополнительного звукопоглощения в цехе; $S_{огр}$ – площадь ограждающих поверхностей помещения, m^2 .

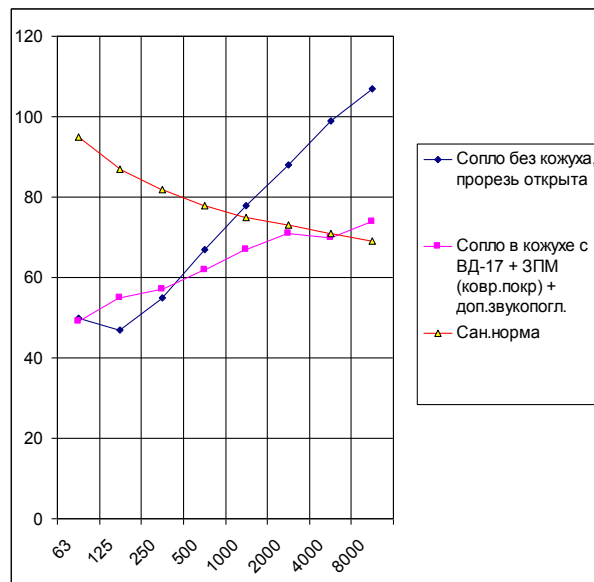


Рис. 2

На рис. 2 представлены спектры уровней звукового давления устройства для пневмопереплетения комплексных нитей при различных параметрах звукопоглощающей облицовки кожуха. Измерения акустических характеристик проводились в лаборатории аэродинамических исследований на расстоянии 1 м от контура устройства с использованием измерительного комплекса типа 4145, 2203,1616 фирмы Брюль и Къер (Дания). Условия проведения испытаний включали в себя последовательное изменение параметров звукоизолирующей облицовки кожуха, в который помещена форсунка, и введение дополнительных шумопоглощающих элементов. Анализ результатов расчета характеристик звукоизолирующего кожуха, проведенного на ПЭВМ, показал совпадение теоретической модели с результатами эксперимента. Таким образом, комплекс разработанных средств снижения шума в устройстве для пневмопереплетения комплексных нитей позволил снизить уровни звукового давле-

ния до нормативных значений, регламентированных ГОСТ 12.1.003–83.

Для комплектации звукоизолирующего кожуха можно воспользоваться элементами новых эффективных звукопоглощающих конструкций [3], [4], [6].

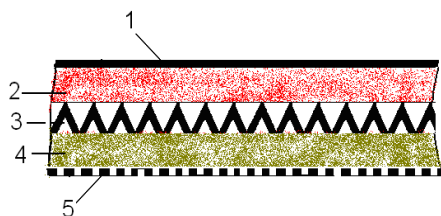


Рис. 3

На рис. 3 изображен общий вид конструкции шумопоглощающей облицовки.

Шумопоглощающая облицовка для технологических сооружений выполнена в виде сплошной 1 и перфорированной 5 стенок (поверхностей), между которыми расположен многослойный звукопоглощающий элемент, выполненный в виде трех слоев: центрального слоя 3 из звукоотражающего материала, сложного профиля, состоящего из равномерно распределенных пустотелых тетраэдров, позволяющих отражать падающие во всех направлениях звуковые волны, и симметрично прилегающих к нему звукопоглощающих слоев 2 и 4 из материалов разной плотности. Перфорированная стенка 5 имеет следующие параметры перфорации: диаметр отверстий – $3 \div 7$ мм, процент перфорации 10 % \div 15 %, причем по форме отверстия могут быть выполнены в виде отверстий круглого, треугольного, квадратного, прямоугольного или ромбовидного профиля, при этом в случае некруглых отверстий в качестве условного диаметра следует считать максимальный диаметр вписываемой в многоугольник окружности.

Каждая из стенок 1 и 5 может быть выполнена из:

- конструкционных материалов, с нанесенным на их поверхности с одной или двух сторон слоя мягкого вибродемпфирующего материала, например мастики ВД-17, или материала типа Герлен-Д, при этом соотношение между толщинами материала и вибродемпфирующего покрытия лежит в оптимальном интервале величин: $1 / (2,5 \dots 3,5)$;

родемпфирующего покрытия лежит в оптимальном интервале величин: $1 / (2,5 \dots 3,5)$;

- нержавеющей стали или оцинкованного листа толщиной 0,7 мм с полимерным защитно-декоративным покрытием типа Пурал толщиной 50 мкм или Полиэстер толщиной 25 мкм, или алюминиевого листа толщиной 1,0 мм и толщиной покрытия 25 мкм. Коэффициент перфорации перфорированных листов принимается равным или более 0,25;

- твердых, декоративных вибродемпфирующих материалов, например пластика типа Агат, Антивибрит, Швим, причем внутренняя поверхность перфорированной поверхности, обращенная в сторону звукопоглощающей конструкция, облицована акустически прозрачным материалом, например, стеклотканью типа ЭЗ-100 или полимером типа повиден, или неткаными материалами, например лутрасилом.

В качестве материала звукоотражающего слоя 3 может быть применен материал на основе алюминесодержащих сплавов с последующим наполнением их гидридом титана или воздухом с плотностью в пределах $0,5 \dots 0,9$ кг/м³ со следующими прочностными свойствами: прочность на сжатие в пределах 5...10 МПа, прочность на изгиб в пределах 10...20 Мпа, например пеноалюминия, или применены звукоизоляционные плиты на базе стеклянного штапельного волокна типа Шумостоп с плотностью материала, равной 60...80 кг/м³.

В качестве звукопоглощающего материала слоев 2 и 4 может быть применена минеральная вата на базальтовой основе типа Rockwool, или минеральная вата типа URSA, или базальтовая вата типа П-75, или стекловата с облицовкой стекловолокном, или вспененного полимера, например полиэтилена или полипропилена. Причем звукопоглощающий материал по всей своей поверхности облицован акустически прозрачным материалом, например стеклотканью типа ЭЗ-100 или полимером типа повиден, или поверхность волокнистых звукопоглотителей обрабатывается специальными пористыми красками, пропускающими воздух (например, Acutex Т) или покрывается воздухопроницаемыми тканями или нетка-

ными материалами, например Лутрасилом. Кроме того, в качестве звукопоглощающего материала слоев 2 и 4 может быть использован пористый шумопоглощающий материал, например, пеноалюминий или металлокерамика, или камень-ракушечник со степенью пористости, находящейся в диапазоне оптимальных величин: 30...45%, или металлопоролон, или материал в виде спрессованной крошки из твердых вибродемпфирующих материалов, например, эластомера, полиуретана, или пластика типа Агат, Антивибрит, Швим, причем размер фракций крошки лежит в оптимальном интервале величин: 0,3...2,5 мм, а также могут быть использованы пористые минеральные штучные материалы, например, пемза, вермикулит, каолин, шлаки с цементом или другим вяжущим, или синтетические волокна, при этом поверхность волокнистых звукопоглотителей обрабатывается специальными пористыми красками, пропускающими воздух, например, типа Acutex T, или покрывается воздухопроницаемыми тканями или неткаными материалами, например Лутрасилом.

В настоящее время волокнистые звукопоглотители являются наиболее употребительными в строительной практике. Они не только оказались наиболее эффективными с акустической точки зрения в широком частотном диапазоне, но и отвечают возросшим требованиям, предъявляемым к дизайну помещений.

В волокнистых поглотителях рассеяние энергии колебания воздуха и превращение ее в тепло происходит на нескольких физических уровнях. Во-первых, вследствие вязкости воздуха, а его очень много в межволоконном пространстве, колебание частиц воздуха внутри поглотителя приводит к трению. Кроме этого, происходит трение воздуха о волокна, поверхность которых также велика. В-третьих, волокна трутся друг о друга, и, наконец, происходит рассеяние энергии из-за трения кристаллов самих волокон. Этим объясняется, что на средних и высоких частотах коэффициент звукопоглощения волокнистых материалов находится в пределах 0,4...1,0.

В качестве звукоотражающего материала может быть применен:

- материал на основе фольги, или стеклопластика, или углепластика, или пластмассы, содержащей в качестве упрочняющего наполнителя углеродные волокна;

- материал на основе магнезимального вяжущего с армирующей стеклотканью или стеклохолстом.

В качестве звукопоглощающего материала использован полиэстер, а также пористый волокнистый или пенный звукопоглощающий материал, который выполнен на основе базальтовых или стеклянных волокон, или открытоячеистого пенополиуретана с защитной звукопрозрачной оболочкой из тонкой стеклоткани или алюминизированной лавсановой пленки.

В качестве звукопоглощающего материала использован пористый звукопоглощающий керамический материал, имеющий объемную плотность 500...1000 кг/м³ и состоящий из 100 массовых частей перлита с диаметром частиц 0,5...2,0 мм, 100...200 массовых частей одного или нескольких спекающих материалов и 10÷20 массовых частей связующих материалов. В процессе спекания частицы перлита в точках соприкосновения образуют смежные поры. Этот материал обладает хорошей звукопоглощающей способностью в широком диапазоне частот, но имеет высокую плотность, связанную с содержанием большого количества спекающих материалов.

Шумопоглощающая облицовка работает следующим образом. Звуковая энергия от оборудования, находящегося в помещении, или другого, излучающего интенсивный шум, объекта, пройдя через стенки 1 и 5, попадает на звукопоглощающие слои 2 и 4 из материалов разной плотности, а затем звуковые волны падают на центральный слой 3 из звукоотражающего материала, состоящего из равномерно распределенных пустотелых тетраэдров, позволяющих отражать падающие во всех направлениях звуковые волны, а затем падает на слои 2 и 4 мягкого звукопоглощающего материала разной плотности, расположенные в два слоя (например, выполненного из базальто-

вого или стеклянного волокна). В волокнистых поглотителях рассеяние энергии колебания воздуха и превращение ее в тепло происходит на нескольких физических уровнях. Во-первых, вследствие вязкости воздуха, а его очень много в межволоконном пространстве, колебание частиц воздуха внутри поглотителя приводит к трению. Переход звуковой энергии в тепловую (диссипация, рассеивание энергии) происходит в порах звукопоглотителя, представляющих собою модель резонаторов Гельмгольца, где потери энергии происходят за счет трения колеблющейся с частотой возбуждения массы воздуха, находящегося в горловине резонатора о стенки самой горловины, имеющей вид разветвленной сети пор звукопоглотителя. Кроме того, происходит трение воздуха о волокна, поверхность которых также велика. В-третьих, волокна трутся друг о друга и, наконец, происходит рассеяние энергии из-за трения кристаллов самих волокон. Этим объясняется, что на средних и высоких частотах коэффициент звукопоглощения волокнистых материалов находится в пределах 0,4...1,0.

ВЫВОДЫ

Таким образом, методика расчета звукоизолирующего кожуха для устройств пневмопереплетения комплексных нитей как негерметичного ограждения с технологическими отверстиями подтверждена результатами экспериментальных исследований. Разработанная конструкция звукоизолирующего кожуха с покрытием вибродемпфирующей мастикой ВД-17-58 позволила снизить уровень звукового давления в спектре на 14...15 дБ, (уровень звука на 5...6 дБА). Звукопоглощающий слой из синтетического коврового покрытия уменьшает шум дополнительно на 8...10 дБ, а введение в зону работы форсунки дополнительных звукопоглотителей из пенополиуретана позволило довести уровень излучаемого шума до санитарных норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочетов О.С., Сажин Б.С. Снижение шума и вибраций в производстве: Теория, расчет, технические решения. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.
2. А. с. 1326657 СССР. Устройство для пневмопереплетения комплексных нитей / Волхонский А.А., Лев С.Г., Кочетов О.С. и др. – заявл.; опубл., Бюл. № 28.
3. Пат. 2295089. Звукоизолирующее ограждение / Кочетов О.С. Бюллетень изобретений № 7 от 10.03.2007.
4. Пат. 2324793 Панель шумопоглощающая / Кочетов О.С. Бюллетень изобретений №14 от 20.05.2008.
5. Кочетов О.С., Апарушкина М.А., Моргун О.С., Токарев М.В., Алейников В.Ю. Методика расчета эффективности снижения шума машин для вязкозных текстильных нитей // Сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). – М., 2018. С. 115...117.
6. Пат. 2324794. Панель шумоотражающая светопрозрачная / Кочетов О.С. Бюллетень изобретений №14 от 20.05.2008.

REFERENCES

1. Kochetov O.S., Sazhin B.S. Snizhenie shuma i vibratsiy v proizvodstve: Teoriya, raschet, tekhnicheskie resheniya. – M.: MG TU im. A.N. Kosygina, 2001.
2. A. s. 1326657 SSSR. Ustroystvo dlya pnevmoperepleteniya kompleksnykh nitey / Volkhonskiy A.A., Lev S.G., Kochetov O.S. i dr. – zayavl.; opubl. , Byul. № 28.
3. Pat. 2295089. Zvukoizoliruyushchee ograzhdenie / Kochetov O.S. Byulleten' izobreteniy № 7 ot 10.03.2007.
4. Pat. 2324793 Panel' shumopogloshchayushchaya / Kochetov O.S. Byulleten' izobreteniy №14 ot 20.05.2008.
5. Kochetov O.S., Aparushkina M.A., Morgun O.S., Tokarev M.V., Aleynikov V.Yu. Metodika rascheta effektivnosti snizheniya shuma mashin dlya viskoznykh tekstil'nykh nitey // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018). – M., 2018. S. 115...117.
6. Pat. 2324794. Panel' shumootrazhayushchaya svetoprozrachnaya / Kochetov O.S. Byulleten' izobreteniy №14 ot 20.05.2008.

Рекомендована кафедрой промышленной экологии и безопасности. Поступила 09.04.21.

**ФИЛЬТРОВАНИЕ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ
И ХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
С ОТЛОЖЕНИЯМИ НА СТЕНКАХ СКВОЗНЫХ ПОР**

**FILTRATION OF TEXTILE AND CHEMICAL INDUSTRIES
EFFLUENTS WITH SEDIMENTATION ON THE WALLS OF THROUGH PORES**

Ю.А. ТАРАН, А.В. КОЗЛОВ

YU.A. TARAN, A.V. KOZLOV

(МИРЭА – Российский технологический университет,
Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова)

(MIREA – Russian Technological University,
Lomonosov Institute of Fine Chemical Technologies))

E-mail: capsula2@mail.ru

В работе рассмотрена и изучена модель и кинетика процесса закупоривания пор фильтровального блока. Показана формальная аналогия с процессами со структурной перестройкой исходной системы. Определены линейная и объемная скорости закупоривания пор фильтра. Показано влияние концентрации твердых частиц в суспензии и перепада давления в системе на процесс закупоривания пор. Найден период стабильной работы фильтра.

The paper considers and investigates the model and kinetics of the process of clogging the pores of the filter unit. A formal analogy with processes with a structural restructuring of the original system is shown. Linear and volumetric rates of filter pore clogging were determined. The influence of the concentration of solid particles in the suspension and the pressure drop in the system on the process of pore clogging is shown. The period of stable operation of the filter has been found.

Ключевые слова: фильтрация, закупоривание пор, формальная аналогия.

Keywords: filtration, pore clogging, formal analogy.

Фильтрация широко применяется в химической, текстильной и других отраслях промышленности для разделения (очистки) жидкой и твердой фракций пропусканием суспензии через фильтровальную перегородку. Процесс фильтрации является лимитирующей стадией во многих технологических процессах. Очистка сточных вод предприятий разных отраслей промышленности имеет ряд сходных особенностей: многоступенчатость, наличие стадий предварительной и глубокой очистки, широкий диапазон веществ, входящих в состав сточных вод, и их концентраций.

Стоки текстильной промышленности образуются в результате крашения пряжи и волокон, шлихтования пряжи, химической обработки волокнистых материалов, в процессах дубления, изготовления шерсти и акрилового волокна и прочих технологических процессов. Отсюда присутствие в стоках волокон, частичек замасливателей, красителей, синтетических ПАВ, отделочных препаратов, солей тяжелых металлов, взвешенных веществ и прочих нерастворимых примесей. Одним из необходимых этапов очистки является фильтрация. Для этого системы комплектуются оборудованием,

способным выводить из загрязненных вод мусор, крупные взвешенные частицы, песок и прочие механические примеси. В качестве стадии глубокой очистки используют варианты процесса фильтрования от тонкого мембранного разделения диффузией через сплошные мембраны и до паузейлева течения в порах фильтровальной перегородки [1...5]. Решающее значение имеет состояние фильтровальной перегородки и ее взаимодействие с исходным и изменяющим свои параметры фильтруемым потоком [1...5]. Усложнение также вызывает то, что поступают стоки от производств на предприятиях текстильной отрасли неравномерно по времени и по уровню загрязненности.

Для глубокой очистки применяют мембранное оборудование с физическим, а лучше с химическим взаимодействием проникающего компонента и материала мембраны [1]. Выбор аппаратно-технологического оформления данной стадии является вариативной задачей [1], [6].

В процессе фильтрования суспензии через пористую фильтровальную перегородку, с определенного момента времени, на поверхности и внутри пор перегородки начинают формироваться слои осадков. Слой, который образуется на фильтровальной перегородке, можно удалить с нее физически в ходе фильтрования, но очистка пор от осадка требует остановки процесса, что приводит к дополнительным затратам ресурсов и времени. Динамика процесса закупоривания пор требует более детального исследования. Рассмотрим работу простого и эффективного барабанного вакуум-фильтра [6]. Он представляет собой горизонтальный цилиндр (фильтровальная ячейка) с пористой поверхностью, помещенный в специальный лоток, в который поступает суспензия. Внутри цилиндра, с помощью масляного вакуумного насоса, создается разрежение. Из-за разницы давления внутри и снаружи цилиндра суспензия начинает двигаться внутрь ячейки и фильтроваться. Далее образующийся фильтрат всасывается в специальную трубу и выводится из фильтра. Объем фильтрата измеряется и по нему оценивают ход процесса

фильтрования: скорость, индукционный период, сопротивление осадка, сопротивление перегородки и др.

Для изучения процесса был использован барабанный вакуум-фильтр БОН1-1,0-1У. Осадок с поверхности фильтровальной перегородки срезался ножом. Массу продуктов фильтрации измеряли весовым методом. Данные в реальном времени записывались на компьютер. Проводили серию экспериментов, в которых исследовали фильтрование суспензии конверсионного мела с концентрацией от 0,005 до 0,08 м³тв/м³ при перепаде давления от 2,45 до 39,2 кПа. Каждый эксперимент проводили при постоянных перепадах давления и температуре и при одном значении концентрации твердых частиц в суспензии до тех пор, пока скорость фильтрования не снижалась до 10% от начального значения. Далее фильтр регенерировали промывкой и продувкой.

По аналогии проводили эксперимент с другими значениями концентрации твердых частиц в суспензии и перепадами давлений. Частью проверки методики является воспроизводимость экспериментов. Каждая серия экспериментов сопровождалась рядом дублирующих экспериментов.

С помощью лазерного анализатора частиц Микросайзер-201А были определены размеры твердых частиц для каждой отфильтрованной фракции. На примере фильтруемой суспензии с концентрацией 0,01 м³тв/м³ построены интегральные кривые распределения частиц (рис. 1 – интегральное распределение частиц по размерам: а) осевших на фильтровальной перегородке; б) осевших внутри пор фильтровальной перегородки; в) прошедших сквозь фильтровальную перегородку. Характерный размер пор перегородки 50 мкм). Частицы, размер которых превышает размер пор (50 мкм), не проходят через фильтр. Фракция частиц размером 30...50 мкм обладала наибольшей закупоривающей способностью. Это объясняется повышенным трением частиц о стенки поры при прохождении через нее, из-за их размера и формы, что вызывало замедление, столкновение друг с другом и полную остановку. Частиц размером (0...10 мкм) в забивающем поры осадке практически

ки нет, поэтому на рис. 1-б они не показаны. Это обусловлено тем, что их содержание в исходной суспензии было низким, и основное их количество прошло через фильтр. Фракция 0...30 мкм, обнаруженная

в фильтрате, меньше трети о стенку поры, и столкновение столь малых в сравнении с сечением канала частиц, как правило, не приводит к его перекрытию.

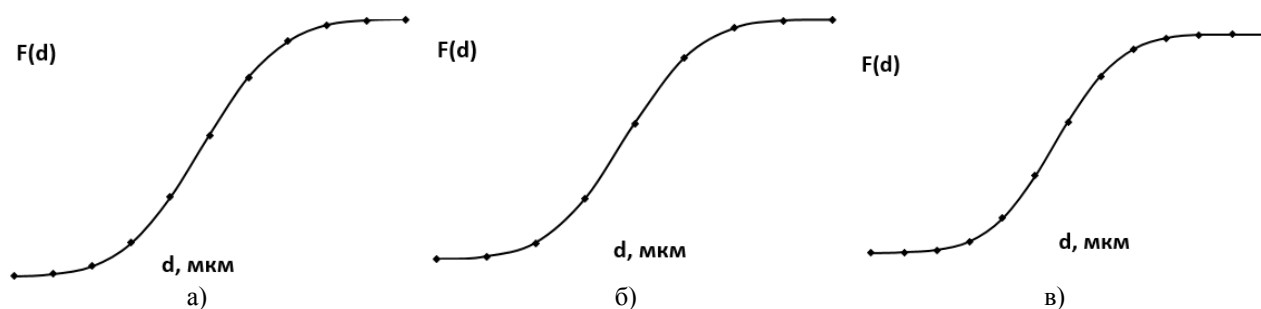


Рис. 1

В начале процесса объем фильтрата увеличивается прямо пропорционально времени. Это свидетельствует о постоянной скорости фильтрования и отсутствии зародышей центров отложений. Отклонение от прямолинейности является следствием окончания индукционного периода $\tau_{инд}$ и свидетельствует о возникновении и росте зародышей отложений. Вероятностный характер и малую чувствительность способа определения $\tau_{инд}$ компенсировали увеличением выборки экспериментов. Свяжем поток суспензии фильтрата и массовый поток твердых частиц в единицу времени через единицу поверхности фильтра $q_{мн}$, q_m .

До момента появления зародышей отложений, закупоривающих сквозные каналы фильтровальной перегородки, массовый поток постоянен и равен:

$$q_{мн} = \frac{\rho C V_H}{S \tau_{инд}}. \quad (1)$$

$$\eta = 1 - \frac{q_m}{q_{мн}} = 1 - \frac{A_{мс} C + A_{мп} \Delta P}{q_{мн}} = 1 - \exp\left(-\beta \frac{1}{n+1} \omega_3 v_l^n \tau^{n+1}\right), \quad (3)$$

где ΔP – перепад давления на фильтровальной перегородке, Па; $A_{мс}$, $A_{мп}$ – коэффициент переноса массы за счет концентрации твердых частиц в фильтруемой суспензии и перепада давлений на фильтровальной перегородке соответственно ($\text{кг} \cdot \text{м}^3$)/($\text{м}^3 \text{тв} \cdot \text{с}$) и $\text{кг}/(\text{Па} \cdot \text{с})$; ω_3 – скорость зарождения,

После образования и роста центров отложений поток уменьшается:

$$q_m = \frac{\rho C V}{S \tau}, \quad (2)$$

где V_H , V – объем фильтрата до и после образования первого отложения в порах, м^3 ; $\tau_{инд}$, τ – время фильтрования до и после образования первого отложения в порах, с; S – площадь фильтрования, м^2 ; C – концентрация твердых частиц в фильтруемой суспензии, $\text{м}^3 \text{тв}/\text{м}^3$; ρ – плотность фильтруемой суспензии, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Зная, как изменяется поток q_m во времени, выразим через него степень превращения (долю "закупоренности" проточных каналов фильтровальной перегородки отложениями на стенке):

$1/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$; v_l – скорость линейного роста, м/с; β – фактор формы; n – фактор роста.

Тогда возможно представить динамику закупоривания фильтра от влияния разности давлений и концентрации взвешенных частиц зеленого пигмента в модельном стоке фабрики нетканых материалов (рис. 2

– степень превращения (закупоренности) от времени: при различных концентрациях твердых частиц в суспензии и постоянной разности давлений $\Delta P = 0,2$ МПа (сплошные линии): 1 – 0,29 г/л; 2 – 0,2 г/л; 3 – 0,13 г/л; при различных разностях давлений в системе и постоянной концентрации взвешенных частиц $C = 0,2$ г/л (штриховые линии): 4 – 0,3 МПа; 5 – 0,2 МПа; 6 – 0,1 МПа).

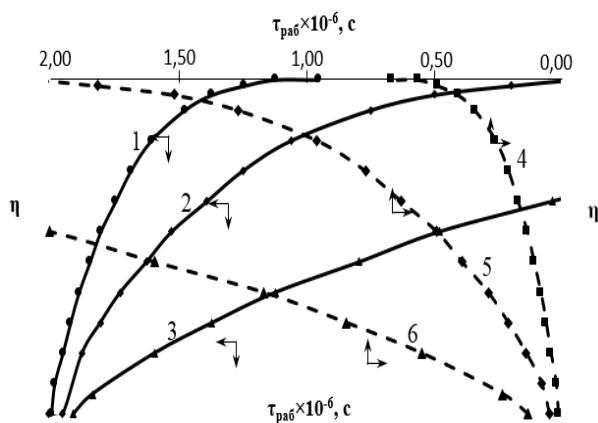


Рис. 2

Чтобы оценить общность подхода и диапазон его применения, воспроизводимость полученных результатов, исследование проведено на различных промышленных объектах: в том числе модельном стоке текстильного производства (зеленый пигмент – 0,2 г/л, аппретат 9211 – 50 г/л, КМЦ марки 70/300 – 5 г/л) и водной суспензии конверсионного мела. Закономерности фильтрования стока текстильного производства качественно согласуются с фильтрованием конверсионного мела [8], следовательно, данный процесс можно описать аналогич-

ным образом. По зависимости степени превращения от времени при различных значениях движущих сил можно сделать вывод, что с ростом перепада давления на фильтровальном блоке поры засоряются отложениями быстрее, так как поток суспензии увеличивается. Аналогичная картина наблюдается и с увеличением концентрации твердых частиц.

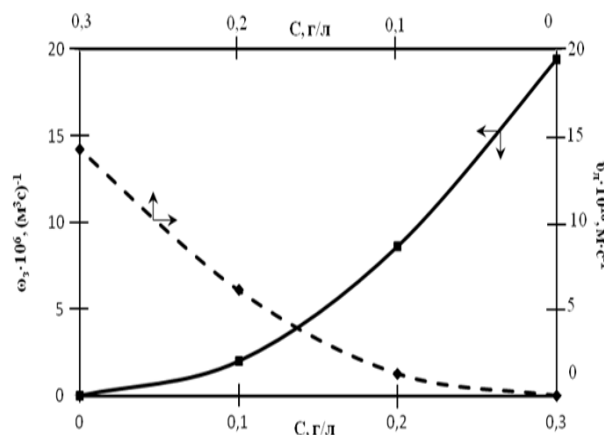


Рис. 3

Можно выразить зависимость скоростей зарождения и роста от концентрации твердых частиц в фильтруемой суспензии: $\omega_3 = f(C)$ и $v_{\text{л}} = f(C)$ (рис. 3 – зависимость скорости роста новой фазы (сплошная линия) и скорости зарождения центров новой фазы (штриховая линия) от концентрации твердых частиц в системе при постоянном значении перепада давлений $\Delta P = 0,2$ МПа). Для этого нужно условно выразить уравнение (3) через одну движущую силу:

$$\eta = 1 - \frac{q_m}{q_{\text{мн}}} = 1 - \Delta P \frac{\left(\frac{A_{\text{мс}} C}{\Delta P} + A_{\text{мп}} \right)}{q_{\text{мн}}} = 1 - \exp \left(-\beta \frac{1}{n+1} \omega_3 v_{\text{л}}^n \tau^{n+1} \right). \quad (4)$$

С позиций формальной аналогии [7], применимость которой мы подтвердили выше, в том числе согласованием результатов физического и вычислительного эксперимента [8], для получения зависимостей $v_{\text{л}}$ и ω_3 можно воспользоваться апробированными ранее формулами. Скорость зарождения

и скорость роста будут определяться как:

$$\omega_3 = V_{\text{зр}} \Delta P^{n_{\text{зр}}} \text{ и } \omega_3 = V_{\text{зс}} C^{n_{\text{зс}}}, \quad (5)$$

$$v_{\text{л}} = V_{\text{лр}} \Delta P^{n_{\text{лр}}} \text{ и } v_{\text{л}} = V_{\text{лс}} C^{n_{\text{лс}}}, \quad (6)$$

где $V_{зс}$, $V_{лс}$ и $V_{зр}$, $V_{лр}$ – интерполяционные коэффициенты для скоростей зарождения и линейного роста под действием движущих сил – разницы концентраций и перепада давления, $m^3/(m^3 \cdot c \cdot m^3 \text{ тв})$ и $(m^3 \cdot c \cdot \text{Па})^{-1}$; $n_{зс}$, $n_{лс}$ и $n_{зр}$, $n_{лр}$ – фактор роста (z – объемного, l – линейного) под действием движущих сил – разницы концентрации и перепада давления.

Кривые на рис. 3 показывают, что с увеличением концентрации твердых частиц в

суспензии возрастают и скорость зарождения, и линейная скорость роста. Преобразовав кривые, можно получить интерполяционные зависимости для обработки экспериментальных данных (табл. 1 – пример параметров интерполяционных зависимостей скоростей зарождения и роста центров новой фазы для стока текстильного производства).

Т а б л и ц а 1

C, г/л	ΔP , МПа	Сток текстильного производства			
		V_z , ($m^3 c$) ⁻¹ /Па и ($m^3 c$) ⁻¹ /(г/л)	n_z	V_l , (м/с)/Па и (м/с)/(г/л)	n_l
0,2	0,1	$7,85 \cdot 10^{-18}$	2,1	$4,70 \cdot 10^{-22}$	2,2
	0,2				
	0,3				
0,29	0,2	$1,34 \cdot 10^{-4}$	2,1	$2,16 \cdot 10^{-8}$	2,0
0,2					
0,13					

Данная методика позволяет определить скорость закупоривания пор фильтра, которая напрямую связана с производительностью фильтровального блока, следовательно, и всего технологического процесса и может быть использована, в том числе и при проектировании систем очистки сточных вод промышленных предприятий.

ВЫВОДЫ

1. В работе была доказана правомерность рассмотрения механизма закупоривания пор фильтровальной перегородки, как процесса со структурной перестройкой исходной системы.

2. Показано распределение частиц конверсионного мела, оседающих на разных частях фильтровальной перегородки.

3. Рассмотрен механизм закупоривания пор фильтра на примере модельного стока текстильного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жужиков В.А. Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий. – М.: Химия, 1971.
2. Федосов С.В., Осадчий Ю.П., Маркелов А.В., Теленов А.Т. Исследование механизма закупоривания пор полимерных мембран // Международный

научно-исследовательский журнал. – 2015, вып. №1-3 (32). С. 18...20.

3. Самохвалов Н.М., Скачков Е.В., Сенотова С.А. Моделирование процесса фильтрования с закупориванием пор // Вестник ИрГТУ. – 2009, №2 (38). С. 181...185.

4. Федосов С.В., Осадчий Ю.П., Маркелов А.В. Механизм закупоривания полимерных мембран при разделении отработанных моторных масел // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2015. Том 58. №8. С. 123...124. ISSN 0579-2991/

5. Маркелов А.В., Осадчий Ю.П. Разделение сточных вод, содержащих активные красители, ультрафильтрацией // Вестник ТГУ. – 2016. Т. 21. Вып. 6. С. 2380...2384.

6. Айништейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А., Захаренко В.В., Зиновкина Т.В., Таран А.Л., Костянян А.Е. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. – М.: Теревинф, 2015.

7. Таран Ю.А., Таран А.В. Теория и практика изучения кинетики фазовых и формально аналогичных им превращений / Под общ. ред. А.Л. Тарана. – М.: Московский технологический университет (МИРЭА), 2016. ISBN 978-5-600-01695-8

8. Таран Ю.А., Козлов А.В., Таран А.Л. Влияние образования отложений в порах фильтровальной перегородки на процесс фильтрации // Тонкие химические технологии. – 2019. Т. 14. № 2. С. 15...22.

REFERENCES

1. Zhuzhikov V.A. Fil'trovaniye. Teoriya i praktika razdeleniya suspenziy. – M.: Khimiya, 1971.

2. Fedosov S.V., Osadchiy Yu.P., Markelov A.V., Telenov A.T. Issledovanie mekhanizma zakuporivaniya por polimernykh membran // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2015, vyp. №1-3 (32). S.18...20.

3. Samokhvalov N.M., Skachkov E.V., Senotova S.A. Modelirovanie protsessa fil'trovaniya s zakuporivaniem por // Vestnik IrGTU. – 2009, №2 (38). S. 181...185.

4. Fedosov S.V., Osadchiy Yu.P., Markelov A.V. Mekhanizm zakuporivaniya polimernykh membran pri razdelenii otrabotannykh motornykh masel // Izv. vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. – 2015. Tom 58. №8. S. 123...124. ISSN 0579-2991/

5. Markelov A.V., Osadchiy Yu.P. Razdelenie stochnykh vod, soderzhashchikh aktivnye krasiteli, ul'tra-fil'tratsiey // Vestnik TGU. – 2016. T. 21. Vyp. 6. S. 2380...2384.

6. Aynshteyn V.G., Zakharov M.K., Nosov G.A., Zakharenko V.V., Zinovkina T.V., Taran A.L., Kostanyan A.E. Obshchiy kurs protsessov i apparatov khimicheskoy tekhnologii. – M.: Terevinf, 2015.

7. Taran Yu.A., Taran A.V. Teoriya i praktika izucheniya kinetiki fazovykh i formal'no analogichnykh im prevrashcheniy / Pod obshch. red. A.L. Tarana. – M.: Moskovskiy tekhnologicheskii universitet (MIREA), 2016. ISBN 978-5-600-01695-8

8. Taran Yu.A., Kozlov A.V., Taran A.L. Vliyanie obrazovaniya otlozheniy v porakh fil'troval'noy peregorodki na protsess fil'tratsii // Tonkie khimicheskie tekhnologii. – 2019. T. 14. № 2. S. 15...22.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химических технологий имени Гельперина Н.И. РТУ (МИРЭА). Поступила 13.04.21.

УДК 687.016.5

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_130

**ВОЙЛОК В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ УКРАШЕНИЙ И АКСЕССУАРОВ:
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ВОПЛОЩЕНИЯ МОДНЫХ ТРЕНДОВ***

**FELTS IN MODERN DESIGN OF JEWELRY AND ACCESSORIES:
THE FEATURES OF FORMATION AND REALIZATION OF FASHION TRENDS**

А.Т. КУЛСАРИЕВА, М.Э. СУЛТАНОВА, Ж.Н. ШАЙГОЗОВА

A.T. KULSARIYEVA, M.E. SULTANOVA, ZH.N. SHAIGOZOVA

(Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Республика Казахстан)

(Abai Kazakh National Pedagogical University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: zanna_73@mail.ru

В статье исследуется специфика формирования и развития в Казахстане и шире – в Центральной Азии – устойчивой моды на украшения и аксессуары из войлока. Представлены итоги комплексного пятилетнего мониторинга тенденций международных центральноазиатских ремесленных ярмарок, деятельности некоторых мастериц – специалистов в области художественной обработки войлока, а также модных "войлочных" трендов в целом.

В результате изысканий выделены основные направления дизайна войлочных украшений и аксессуаров, их связь с культурным кодом, предпочтениями социума (особенно молодежной аудитории) и ростом национального самосознания, а также потенциал дальнейшего развития в формате творческих индустрий.

The article explores the specifics of the formation and development of a sustainable fashion for felted jewelry and accessories in Kazakhstan and, more broadly, in Central Asia. The results of a comprehensive five-year monitoring of trends in international Central Asian craft fairs, and the activities of some craftswomen - experts in the field of artistic processing of felt, as well as fashionable "felt trends" in general are presented.

As a result of the research, the main directions of design of felt decorations and accessories, their connection with the cultural code, preferences of society (especially the youth audience) and the growth of national identity, as well as the potential for further development in the format of creative industries have been highlighted.

* Статья подготовлена в рамках проекта Министерства образования и науки Республики Казахстан AP09259862 "Исследование традиционных ремесел современного Казахстана: состояние и поиск путей сохранения".

* The article was prepared within the project of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan AR09259862 "Research of traditional craft of modern Kazakhstan: state and search for ways to preserve".

Ключевые слова: войлок, украшения и аксессуары, дизайн, творчество, традиции, бренд, Казахстан.

Keywords: felt, jewelry and accessories, design, creativity, traditions, brand, Kazakhstan.

На многие вызовы глобализации способно ответить устойчивое развитие, где важную роль имеет экономический потенциал культуры. Конкурентоспособность экономики, в том числе и казахстанской, в значительной степени обеспечивает грамотное управление брендами. Для Казахстана и ряда других государств Центральной Азии целенаправленные усилия отечественных производителей в процессе создания и развития национальных брендов способны существенно стабилизировать экономическую, политическую и социокультурную сферы жизни.

Бренд как своеобразная устойчивая "отличительная черта" формирует имидж и экономическую конкурентоспособность государства и его культуры. Однако если помимо коммерческого аспекта бренд претендует еще и на *национальный* ("этнический" и культурный) статус, то он уже способен существенно повлиять на культурную идентичность социума и его патриотизм. Укрепление культурных брендов и их здоровая конкуренция рассматриваются сейчас признаком растущего культурного потребления, где ключевыми ресурсами выступают интеллект, способность к творчеству и коммуникации, – так называемые, *горизонтальные связи* [1].

Сегодня одним из узнаваемых "этнических" брендов Казахстана является войлок со всем разнообразием его практического творческого применения. В настоящей статье мы сосредоточимся только на одной из многочисленных граней войлока как художественного материала – современные украшения и аксессуары, что уже является бесспорным модным трендом, набирающим популярность с каждым днем.

Технология изготовления войлока и его использование в быту для казахов-кочевников – выраженный национальный бренд,

уходящий корнями в эпоху бронзы. В первой половине XX века насильственная коллективизация полностью изменила привычный образ жизни степняков и превратила войлок из сугубо практической жизненно необходимой материи в преимущественно художественный материал. В целом реальная бытовая востребованность в нем отпала, остались лишь определенные декоративные функции с нагрузкой "национального колорита".

Еще несколько лет назад в Казахстане войлок серьезно не рассматривался большинством дизайнеров. Безусловно, никто не сомневался в его уникальных экологических свойствах и культурной важности, но потребительского интереса на аксессуары из войлока не было, и отечественная модная индустрия никак не способствовала его продвижению.

При этом войлок как "этнический" материал никогда полностью не исчезал из жизни казахстанцев, но замкнулся в орбите традиционного ковроделия, которое, в свою очередь, имело сугубо прикладной характер. В течение последней четверти века (период Независимости) отдельные дизайнеры использовали его в создании модных коллекций одежды, украшая им пальто, палантины, шарфы, болеро, шляпы и т.п., что весьма позитивно принимается за рубежом благодаря своему выраженному "национальному" своеобразию.

В данный момент в Казахстане и всей Центральной Азии войлок является одним из самых модных художественных материалов с практически безграничными возможностями. Его податливость обусловила широчайший спектр его творческого применения – ковры, панно, одежда, обувь, игрушки, сувениры, аксессуары и украшения и т.д. Об этом свидетельствует не только системно возрастающая активность дизай-

неров одежды, контент арт-салонов и художественных галерей, но и ежемесячные национальные и международные ярмарки ремесленников (г. Алматы), объединяющие мастеров со всей Центральной Азии.

Что же так повлияло на столь выраженный интерес к войлоку? Полагаем, что тут, помимо очевидной художественной выразительности этого материала, имеют значение два важных фактора – "природность" и экологичность войлока; и его этническая самобытность. Сегодня иметь войлочные украшения и аксессуары стало действительно модно, что, на наш взгляд, способно существенно повлиять на укрепление национальной идентичности. Возможно, здесь также имеет место в целом неосознанная ностальгия, уходящая в глубины этнической и культурной памяти. Современная мода на войлочные вещи сродни интуитивной тоске по "ностальгическому дизайну", который, по мнению У. Курлинкуса, все чаще наблюдается в мире [3].

Анализ ремесленных товаров, предлагаемых жителям и гостям Алматы на ежемесячных ремесленных ярмарках¹, организуемых ОФ "Алматинская палата ремесел" часто в тандеме с Союзом ремесленников Казахстана, показывает, что войлочные украшения (бусы, браслеты, броши и т. п.) и ак-

сесуары (сумочки, шляпки, шарфы и палантины, митенки, сувениры и др.) с каждым годом становятся все более популярными. Необходимо подчеркнуть, что особый интерес выказывает именно молодежная аудитория (с 15 до 30...35 лет).

Опрос мастеров, специализирующихся на художественной обработке войлока², демонстрирует, что, помимо привычных панно, небольших войлочных ковров и одежды, им выгоднее создавать именно украшения и аксессуары. Так как покупательский интерес стабильно растет, увеличивается и конкуренция, что побуждает мастериц прикладывать больше творческих усилий и постоянно улучшать качество продукции.

Айжан Беккулова – председатель Союза ремесленников Казахстана и известная мастерица по войлоку, отмечает, что сейчас традиционное войлоковальние прекрасно уживается с различными инновациями типа нуно-войлока. Последний отличается огромным креативным потенциалом и особенно любим, как мастерами, так и покупателями. Сегодня специфическая пластичность войлока привлекает к нему внимание не только ремесленников, но скульпторов и художников актуального направления в искусстве [3].

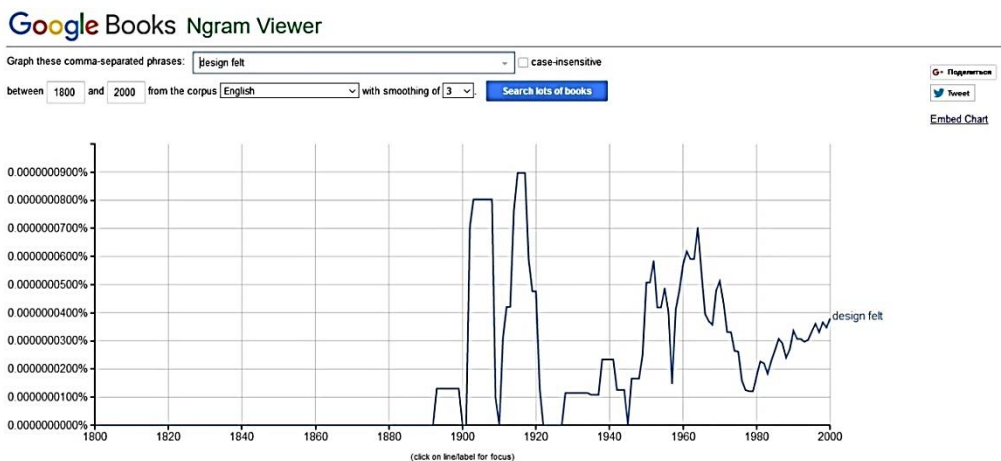


Рис. 1

¹ Мониторинг начал осуществляться с 2013 г. в рамках внутривузовского грантного научного проекта «Арт-воспитание» как фактор повышения художественной образованности студенческой молодежи», продолжился с 2015-2017 гг. в формате фундаментального научно-исследовательского проекта МОН

РК «Традиционные анималистические образы и мотивы в искусстве и культуре кочевников-казахов (древность, средневековье и новое время) (№ госрегистрации: 0115РК02752).

² В ходе исследований было детально интервьюировано 8 мастеров из Алматы и Алматинской области.

Согласно объективному культуроэкономическому анализу, осуществленному с помощью ресурса "Google Ngram Viewer", с 80-х годов прошлого века наблюдается устойчивый рост интереса к "войлочному" дизайну (рис. 1 – частота упоминания о дизайне войлока в цифровом мировом печатном архиве).

Означенная мировая тенденция в конце 90-х - начале нулевых годов обусловила реализацию UNESCO, WWF/USAID и некоторыми европейскими фондами социального развития ряда гуманитарных проектов в Казахстане и Кыргызстане, нацеленных на успешную социализацию женщин и девушек через развитие традиционных женских ремесел (особенно войлоковальня). Помимо многих социальных аспектов этих программ одним из наиболее важных результатов стало существенное повышение художественного уровня мастериц. Одним из наиболее ярких, на наш взгляд, примеров конкурентоспособности современного войлочного дизайна в центральноазиатском регионе стал опыт "Арт-группы Тумар" (Кыргызстан) [4]. Начиная с 1998 года "Тумар" целенаправленно возрождает и продвигает материальную культуру кыргызов на основе традиционных ремесленных техник, где старт был задан именно войлоком, а теперь творческая орбита "Тумара" дополнена керамикой, художественной выделкой текстиля, кожи и дерева.

Согласно анализу ассортимента войлочной декоративной продукции, предлагаемой на ремесленных ярмарках и пользующейся устойчивым спросом (по мнению мастеров), из украшений лидируют браслеты, бусы/ожерелья и броши; из аксессуаров больше всего предпочитают шарфы и палантины, хотя последние два года модницы с удовольствием покупают клатчи (в том числе и вечерние), сумки-шопперы и сумки-планшеты. Последние стали востребованы также у мужчин, следящих за модными трендами. Важным становится не только материал – войлок, но органичные "этнические" цветовые сочетания и орнаменты.

Особо стоит выделить достаточно новую категорию войлочных изделий, все

больше завоевывающую ремесленный рынок, – игрушки и сувениры. Растет популярность детских игрушек от погремушек до традиционных мягких (животные-птицы), кукольных пальчиковых театров, елочных игрушек и даже кукольной мебели и посуды из войлока.

Позитивным фактором видится нам изменение отношения мастеров и покупателей к дизайну изделий и его символическому наполнению. Так, еще несколько лет назад был важен только сам войлок, на его расцветку и смысл (если он вообще был) декора мало обращали внимание. А на вопросы клиентов мастерам о символике того или иного паттерна далеко не всегда был объективный ответ. Сегодня эта ситуация медленно, но изменяется: многие мастера изучают археологический и этнографический материал (петроглифы, керамику, старинные ковры, орнаменты), чтобы ввести его реминисценции в свои работы, рассказать об этом покупателям, указав, что-то какой-то орнамент или изображение – "наш", найден на территории нашей страны, воплощает нашу культуру и т.д. Целесообразно отметить, что особое значение имеет сегодня зооморфная символика, как наиболее характерная для ментальности кочевников Центральной Азии. Это явно или опосредованно устойчиво проявляется в Казахстане в самых разных проявлениях дизайна [5].

Полагаем, что здесь стандартный процесс купли-продажи тоже меняется, дополняясь еще своеобразной "образовательной" нагрузкой. Покупатель понимает, что покупает, рекламирует покупку друзьям и знакомым и уже сознательно гордится своей культурой.

Таким образом, можно сформулировать следующие выводы:

– войлок является сегодня в Казахстане и шире – Центральной Азии модным художественным материалом не только благодаря своей экологичности и практичности, но и как способ регенерации этнической и культурной памяти;

– физические и символические свойства войлока расширяют его роль в художественном процессе, так как все чаще другие виды искусства, кроме традиционного ре-

месленничества, – живопись, скульптура и дизайн открывают для себя его удивительное пластическое многообразие и красоту;

– растущая мода на дизайнерский войлок обусловила серьезную конкуренцию, побуждая мастеров повышать качество продукции, ее функционал, эстетику и символично-семантическую нагрузку декора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хазбулатов А.Р., Султанова М.Э.* Анималистические образы в современном казахстанском дизайне: грани и смыслы // В кн. *Анималистическая вселенная казахской культуры в диаграмме эпох.* – Астана: КазНИИК, 2017. С. 538...551.

2. *Kurlinkus William C.* Nostalgic Design: Rhetoric, Memory and Democratizing Technology. – Pittsburgh, Pa.: University of Pittsburgh Press, 2018. P. 4...5.

3. *Thompson C.* Felt: Fluxus, Joseph Beuys, and the Dalai Lama. – University of Minnesota Press, 2011. P.201...202.

4. Арт-группа Тумар. www.tumar-art.com

5. *Татаева А.Е., Султанова М.Э., Шайгозова Ж.Н.* Анималистический код в современном ди-

зайне: казахстанский контекст // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 6. С.252...257.

REFERENCES

1. *Khazbulatov A.R., Sultanova M.E.* Animalisticheskie obrazy v sovremennom kazakhstanskom dizayne: grani i smysly // V kn. *Animalisticheskaya vselennaya kazakhskoy kul'tury v diagramme epoch.* – Astana: KazNIK, 2017. S. 538...551.

2. *Kurlinkus William C.* Nostalgic Design: Rhetoric, Memory and Democratizing Technology. – Pittsburgh, Pa.: University of Pittsburgh Press, 2018. P. 4...5.

3. *Thompson C.* Felt: Fluxus, Joseph Beuys, and the Dalai Lama. – University of Minnesota Press, 2011. P.201...202.

4. Art-gruppa Tumar. www.tumar-art.com

5. *Tataeva A.E., Sultanova M.E., Shaygozova Zh.N.* Animalisticheskiy kod v sovremennom dizayne: kazakhstanskiy kontekst // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2018, № 6. S.252...257.

Рекомендована кафедрой художественного образования. Поступила 07.04.21.

УДК 745.52.+746.1

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_134

ПРИМЕНЕНИЕ АРОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕКСТИЛЯ И ПРОИЗВЕДЕНИЙ ТАПИССЕРИИ В ДИЗАЙНЕ

THE USE OF SCENTED TEXTILES AND WORKS OF TAPESTRY IN DESIGN

В.Д. УВАРОВ, А.Ф. НУНЕХ

V.D. UVAROV, A.F. NUNEKH

(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; pioneers.nouneh@gmail.com

Сенсорный маркетинг является одним из основных генераторов имиджа бренда в сознании покупателя благодаря его влиянию на память и эмоции. В статье рассматриваются вопросы: как аромат воздействует на сознание потребителя, какие чувства и образы вызывает, как выглядит аромат в пространстве. В данном проекте была предложена новая концепция презентации бренда через мультисенсорный дизайн интерьера с использованием ароматизированного текстиля и шелковой таписсерии.

Touch marketing is one of the main generators of brand image in the mind of the buyer due to its influence on memory and emotions. The article discusses the following issues: how does the fragrance affect the consumer's consciousness, what feelings and images does it evoke, what does the fragrance look like in space. In this project, proposed a new concept of brand presentation through a multi-sensory interior design with the use of scented textiles and silk tapestry.

Ключевые слова: таписсерия, гобелен, шпалера, ковер, дизайн, имидж компании, интерьер.

Keywords: tapestry, carpet, design, company image, interior.

Существуют определенные факторы, которые влияют на восприятие торгового пространства посетителями и их предпочтениями по сравнению с другими местами. Проводились научные исследования, связанные с общим восприятием интерьера через сенсорное восприятие покупателей, которые установили, что интерьер торговых пространств является одним из инструментов маркетинговых коммуникаций, в который посетитель погружается всеми чувствами и эмоциями.

В данной статье имидж бренда в интерьерах торговых пространств является *объектом исследования*. Основой исследования является мультисенсорный опыт потребителя и, как итог – покупательский интерес. Как аромат воздействует на сознание потребителя, какие чувства и образы вызывает? Как выглядит аромат в пространстве? Мультисенсорный дизайн – как метод шифрования имиджа бренда является *предметом исследования*. Уникальный опыт идентификации бренда с помощью мультисенсорных объектов имеет важное значение для художественной практики в области дизайна интерьера.

Целью работы является проведение комплексного научного исследования и разработка основ проектирования торговых пространств путем выявления механизмов мультисенсорного дизайна в интерьерах с применением таписсерии.

Методы исследования. В процессе исследования были использованы следующие методы: литературно-аналитический метод, предметно-аналитический метод, метод диахронного и синхронного рассмотрения материала, методы дедуктивного и ин-

дуктивного анализа и описательно-аналитический метод, нужные для структурного разбора визуальных материалов, выявления композиционных и цветовых особенностей произведений.

Обоняние – это наше самое элементарное естественное чувство, так как оно способно мгновенно вызывать эмоции и воспоминания [5]. В употреблении ароматов кроется секрет сохранения конкурентоспособности и увеличения числа продаж, в отличие от таких часто используемых в бизнесе ощущений, как зрение и слух. Чувство обоняния – единственное из пяти наших чувств, которое напрямую связано с той частью мозга, которая обрабатывает эмоции и память [9]. Поэтому имеет смысл то, что дизайнеры интерьера обращаются к сенсорному подходу в проектировании, который фокусируется на рассмотрении всех пяти чувств в пространстве, и помещают в интерьер таписсерию. Французский скульптор Аристид Майоль считал таписсерию искусством более глубоким и значительным, чем живопись. В своих произведениях художник стал предлагать плоскостное решение фигур, уделяя особое внимание певучей пластике линий [2]. Известный парфюмер Жан Карль (Jean Carles, 1892-1966) сформировал систему, согласно которой хорошо структурированный аромат должен представлять собой сочетание верхних, средних и базовых нот. Благодаря Жану Карлю был разработан метод обучения узнавания и запоминания огромного числа пахучих компонентов. Парфюмер-создатель работает с ароматическими веществами, как художник с красками.

Аромамаркетинг – это современное направление маркетинга, основанное на использовании различных запахов и ароматов для привлечения клиентов [7].

Аромат в торговом пространстве пробуждает наши чувства и стимулирует наши предпочтения продукта, восприятие качества, но также и более глубокие чувства, такие как счастье или страх, потому что многие из наших воспоминаний тесно связаны с обонянием. Каждое эфирное масло в отдельности имеет определенную длину волны – вибрацию. Наше подсознание слышит эту вибрацию, как музыку. И вполне естественно, что мы идем на эту музыку.

Существует много типов запахов, различающихся по впечатлениям, которые оставляют след в сознании человека и психологически воздействуют на него. Исследователи Ванг (Wang) и Чен (Chen) предлагают термин "аромакология" для обозначения науки, изучающей взаимосвязи между психологией и парфюмерной технологией, для выявления различных специфических чувств и эмоций, таких как расслабление, волнение, чувственность, счастье и благополучие [11].

Приходя в магазин одежды, люди долго выбирают товары и идут с ними в примерочную. Рассмотрим две ситуации: у покупателя хорошее настроение и плохое. Если человек приходит с хорошим настроением, то он меряет одежду, ему все нравится, и он покупает большую часть из того, что взял. Потому что в хорошем настроении мы сами себе нравимся. В плохом настроении покупатель стоит перед зеркалом и ему вообще ничего не нравится, поэтому он не будет ничего покупать. Если клиент чувствует приятный запах, то у него возникнут приятные эмоции, хорошее ассоциация. И шанс того, что ему понравится вещь на вешалке и в примерочной, существенно выше. Поэтому в магазинах одежды необходимо использовать тонизирующие ароматы.

Также варьируется влияние аромата по половому признаку: роза, ваниль, жасмин – оказывают более сильное влияние на женщин. Мускат, сандал и кардамон – на мужчин [1]. Запах розы, герани, муската – это релаксация. Воздействие этих ароматов на

покупателя делает его более послушным. И этим может воспользоваться продавец.

Популярность так называемого ароматического маркетинга в розничной торговле и индустрии гостеприимства демонстрирует веру в то, что запахи могут влиять или "подталкивать" поведение потребителя. Запах благородных пород деревьев улучшает восприятие качества товара, продукт воспринимается более ценным. Люди тратят в магазине на 28% больше времени, количество посетителей возрастает на 19%. Его используют в салонах мебели и магазинах дорогой мужской одежды. Очень часто современная покупка – это не предмет насущной необходимости, а желание получить приятную эмоцию. Соответственно, если покупатель чувствует приятный запах, у него возникают приятные эмоции, хорошее настроение, из-за чего совершается множество незапланированных покупок.

В современной мировой культуре потребления важно то, как клиенты воспринимают бренд. Особенно это относится к тому, как сенсорные стратегии обоняния, звука, зрения, вкуса или осязания используются для создания мультисенсорного восприятия бренда в целях повышения идентичности имиджа бренда.

В сенсорном маркетинге одна из отправных точек заключается в том, что бренды должны предлагать клиентам мультисенсорное восприятие бренда более эмоциональным и личным образом, чем успешный брендинг. Благодаря вовлечению пяти чувств создается более индивидуальный и личный опыт бренда на более глубоком, эмоциональном уровне, где жизненный стиль, личностные характеристики и социальный контекст человека являются важными движущими силами.

Статья является продолжением общего цикла работ, посвященных искусству тапписерии. На основании исследования был разработан дизайн-проект бутика "Chanel" в г. Дамаске (Сирия). "Chanel" один из самых влиятельных французских домов моды. Бренд хорошо зарекомендовал себя как в сфере pret-a-porter, так и в области Haute Couture. Парфюмерия этого французского бренда по праву считается одной из

самых искусных. Многие ароматы из коллекции окутаны легендами о создании и несут в себе нечто большее, чем просто композиции, наполненные вкусными нотами. История парфюмерии дома "Шанель" – это вечно живая классика, которая с каждым годом становится только лучше.

Использование парфюмерии в дизайне интерьера является хорошим способом удовлетворения эмоциональных и чувственных потребностей. Это повышает ценность торгового пространства, влияет на настроение и выбор покупателя [8]. Единственное, что нужно знать – это как поведут себя ароматы в тканях с течением времени, чтобы композиция оставалась долговечной и качественной. Мода активно влияет на расширение сфер применения "умного текстиля", предоставляя ему все новые и новые позиции и ниши в ее царстве. Таписсерия в результате интеграционного взаимодействия с различными видами творчества ассимилировала изобразительные приемы и знаковые системы новейших авангардных течений [3].

Идеи выпуска ароматизированных тканей витали в мире моды и дизайна давно. Создать ароматные текстильные ткани с мягким парфюмом пролонгированного действия долго не удавалось. Успех пришел только в конце прошлого века. Особое распространение и популярность ткани с парфюмом получили в Азии. Ароматические вещества подвергаются микрокапсулированию и вводятся в волокнистый материал. Капсулы устойчивы к воздействию влаги, стирке и химической чистке, заключенные в них ароматные вещества не испаряются и не разлагаются. Капсулы активируются в момент движения или соприкосновения, выделяя ароматы в окружающую среду [6, с. 52]. Ароматизированный материал – совершенно инновационное открытие, которое еще дорабатывается и совершенствуется.

Все ароматы имеют в своей основе природные растительные масла. Природа всегда была источником вдохновения для творцов и создателей. В центре торгового помещения расположено дерево как символ роста, сезонного умирания и возрождения.

(Рис. 1 – Древо Духов "Шанель", Нунех А.Ф.). Деревья обладают магическими свойствами, заложенными в самой их природе, они притягивают к себе, дают энергию. Ароматы тоже обладают магией притяжения, способностью рождать гармонию, покой или возбуждение. В качестве творческого эксперимента дизайн интерьера бутика выполнен в виде выставочного зала. Он больше напоминает не торговый, а музейный зал.

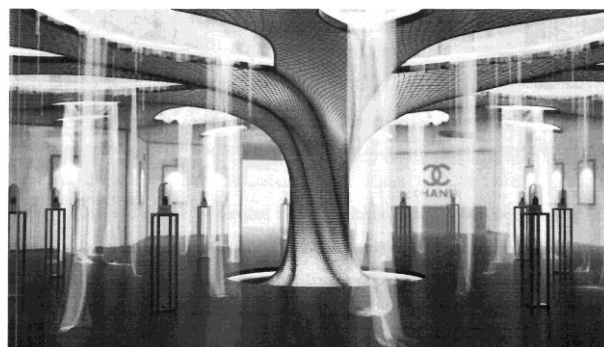


Рис. 1

Цель проекта – погрузить посетителя не в коммерческий процесс, а создать ощущение музейной ценности бренда как произведения искусства. Падающие шелковые ткани с верхушки дерева напоминают ветви и плоды. Они выполнены из шелка различных цветов, пропитанного ароматами духов Chanel. Каждая шелковая "ветвь" имеет свой аромат.

Шелк – материал, который хорошо сохраняет запахи. Придание ощутимых ароматизированных характеристик текстилю является сложной задачей. Есть разные способы введения ароматического масла в текстиль. Современная технология микрокапсулирования является актуальным процессом, в результате которого получают капсулы размером от менее одного микрона до нескольких сотен микрон. Они обычно наносятся путем набивки или распыления, поскольку из-за их небольшого размера в 3...8 микрон они вплетаются в ткань. Микрокапсулирование может в некоторой степени эффективно контролировать скорость высвобождения ароматических соединений [6, с.60].

По периметру пространства, чтобы создать аналогию с музеем, в рамках расположены полотна ароматизированной таписсерии. Плоскостной настенный ковер превратился в сложное синтетическое произведение искусства с абстрактными изображениями [4]. Таписсерии помещены в лаконичные черные рамы, напоминающие об имидже бренда "Chanel". Таким образом, сохраняется визуальная связь с продукцией бренда. Таписсерии пропитаны духами методом микрокапсуляции, каждому абстрактному изображению соответствует "свой" аромат. Рядом с картиной расположена этикетка с названием духов. Посетитель может увидеть "цвет как изображение аромата". Располагая ароматизированную таписсерию в интерьере торгового пространства, можно произвести незабываемые впечатления на потребителя, являющиеся ключом к открытию философии бренда.

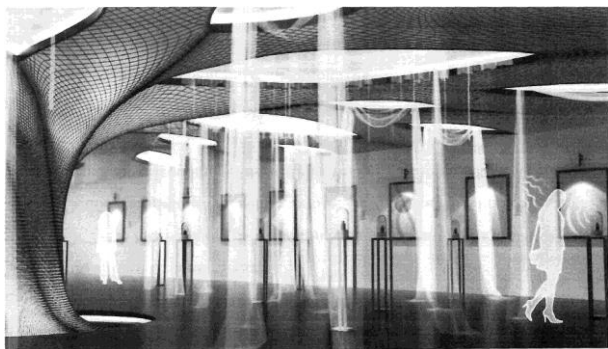


Рис. 2

Наряду с запахом для завершения сенсорного эксперимента в пространстве очень важна роль звука. Так, Септимус Пьесе (Septimus Piesse) применил термин "ноты" к запахам, а также ввел термины "Accord", "гармония" и "прогрессия" – все метафоры, которые сейчас актуальны в парфюмерной индустрии. С. Пьесе предположил, что "звуки влияют на обонятельные нервы в определенной степени", и что "в запахах присутствуют так же, как и в музыке, октавы" [10]. В соответствии с его теорией в пространстве будет создано определенное сочетание звуков, аккордов, которые будут сопровождать каждый аромат в отдельности с помощью звуковых датчиков движе-

ния. При приближении посетителя к продукции возникнет музыкальный фон. Каждому отдельному аромату будет соответствовать свой, особенный аккорд, индивидуальное музыкальное дыхание. Таким образом, посетитель этого необычного музея, расположенного в интерьере торгового зала, получит незабываемый мультисенсорный опыт. Аромат Chanel можно будет не только вдохнуть, но еще и увидеть, услышать и прикоснуться к нему. (Рис. 2 – интерьер бутика "Шанель", Нунех А.Ф.).

ВЫВОДЫ

Сенсорный маркетинг является одним из основных генераторов имиджа бренда в сознании покупателя благодаря его влиянию на память и эмоции. Поэтому существует настоятельная необходимость создания нового механизма формирования имиджа бренда для воздействия на потребителя и увеличения числа продаж. В данном проекте была предложена новая концепция презентации бренда через мультисенсорный дизайн интерьера с использованием ароматизированного текстиля и шелковой таписсерии. Такой подход к созданию безупречного имиджа бренда в дизайне интерьеров торговых пространств очень перспективен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джанджугазова Е.А. Инновационный комплекс маркетинга гостиницы: "Семь чувственных нот гостеприимства" // Российские регионы: взгляд в будущее. – 2015, № 3 (4). С. 17...27.
2. Уваров В.Д. Таписсерии, сотканые на мануфактуре Гобеленов и мастерских Уильяма Морриса // Вестник Санкт-Петербургского гос. ун-та технологии и дизайна. Серия 2: Искусствоведение. Филологические науки. – 2019, №1. С. 59...64.
3. Уваров В.Д. Творчество польских художников-таписсеров как часть славянской культуры // Вестник славянских культур. – 2018. Т. 50. С.266...273.
4. Уваров В.Д. Знаковая символика в искусстве таписсерии // Сб. мат. Междунар. научн.-технич. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). Часть 4.– М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. С. 167...171.
5. Buchbauer G.. Fragrance compounds and essential oils with sedative effects upon inhalation, American

Pharmaceutical Association. – 52, 1993. P. 560...664

6. Jellinek, J. Stephan. "Odours and perfumes as a system of signs." Perfumes. Springer, Dordrecht. – 1994. P. 51...60.

7. Krishna A. An Introduction to Sensory Marketing. In A. Krishna. (Ed), Sensory Marketing: Research on the sensuality of products. – New York: Taylor and Francis Group, 2010.,P. 1...13.

8. Mendapara S., Karolia A. Application of Antimicrobial and Fragrance Finish in Combination by Microencapsulation on Cotton Fabric // Journal of the Textile Association. – 2005;66(4):155-9.

9. Norman DA. Emotional design: Why we love (or hate) everyday things. Basic Civitas Books. – New York. 2004. P.78...83.

10. Piesse G. W. The Art of Perfumery and the Methods of Obtaining the Odors of Plants: With Instructions for the Manufacture of Perfumes for the Handkerchief, Scented Powders, Odorous Vinegars, Dentifrices, Pomatums, Cosmetics, Perfumed Soap, Etc., to which is Added an Appendix on Preparing Artificial Fruit-essences, Etc. Lindsay & Blakiston. – Philadelphia. 1867. P.41...43.

11. Wang C.X., Chen S.L.. Aromachology and its application in the textile field // Fibres & Textiles in Eastern Europe. – 2005. P.41...44.

REFERENCES

1. Dzhandzhugazova E.A. Innovatsionny kompleks marketinga gostinitsy: "Sem' chuvstvennykh not gostepriimstva" // Rossiyskie regiony: vzglyad v budushchee. – 2015, № 3 (4). S. 17...27.

2. Uvarov V.D. Tapisserii, sotkannye na manufakture Gobelenov i masterskikh Uil'yama Morrisa // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gos. un-ta tekhnologii i dizayna. Seriya 2: Iskusstvovedenie. Filologicheskie nauki. – 2019, №1. S. 59...64.

3. Uvarov V.D. Tvorchestvo pol'skikh khudozhnikov-tapisserov kak chast' slavyanskoy kul'tury // Vestnik slavyanskikh kul'tur. – 2018. T. 50. S.266...273.

4. Uvarov V.D. Znakovaya simbolika v iskusstve tapisserii // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhnich. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018). Chast' 4.– M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2018. S. 167...171.

5. Buchbauer G.. Fragrance compounds and essential oils with sedative effects upon inhalation, American Pharmaceutical Association. – 52, 1993. P. 560...664

6. Jellinek, J. Stephan. "Odours and perfumes as a system of signs." Perfumes. Springer, Dordrecht. – 1994. P. 51...60.

7. Krishna A. An Introduction to Sensory Marketing. In A. Krishna. (Ed), Sensory Marketing: Research on the sensuality of products. – New York: Taylor and Francis Group, 2010.,P. 1...13.

8. Mendapara S., Karolia A. Application of Antimicrobial and Fragrance Finish in Combination by Microencapsulation on Cotton Fabric // Journal of the Textile Association. – 2005;66(4):155-9.

9. Norman DA. Emotional design: Why we love (or hate) everyday things. Basic Civitas Books. – New York. 2004. P.78...83.

10. Piesse G. W. The Art of Perfumery and the Methods of Obtaining the Odors of Plants: With Instructions for the Manufacture of Perfumes for the Handkerchief, Scented Powders, Odorous Vinegars, Dentifrices, Pomatums, Cosmetics, Perfumed Soap, Etc., to which is Added an Appendix on Preparing Artificial Fruitessences, Etc. Lindsay & Blakiston. – Philadelphia. 1867. P.41...43.

11. Wang C.X., Chen S.L.. Aromachology and its application in the textile field // Fibres & Textiles in Eastern Europe. – 2005. P.41...44.

Рекомендована кафедрой искусства костюма и моды. Поступила 10.03.21.

ТЕКСТИЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ КАК ОТРАЖЕНИЕ РЕЛИГИОЗНОЙ КУЛЬТУРЫ: РЕТРОСПЕКТИВА И ТЕНДЕНЦИИ

TEXTILE PRODUCTS AS A REFLECTION OF RELIGIOUS CULTURE: RETROSPECTIVE AND TRENDS

И.В. ПОГОДИНА, С.Н. МАМЕДОВ, Д.А. АВДЕЕВ

I.V. POGODINA, S.N. MAMEDOV, D.A. AVDEEV

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)

E-mail: irinapogodina@mail.ru; sabir-40@mail.ru; danilavdeev@yandex.ru

Авторы рассматривают текстильные изделия как часть социальной коммуникации и религиозной культуры. Анализируется влияние религии на текстильное производство, мотивы (рисунки) на тканях. С давних времен люди вдохновлялись на создание и дизайн тканей, а также на производство и использование текстильных изделий практически во всех сферах своей повседневной жизни, для утилитарных целей, а также и в творческих формах, чтобы восполнить основную выразительную потребность в украшении, духовном и физическом благополучии. Визуальный язык текстиля и предметов из него, которые мы выбираем для использования, обозначает наши личные социальные запросы, практические требования, эстетические предпочтения.

The authors consider textiles as part of social communication and religious culture. The influence of religion on textile production, motives (drawings) on fabrics are analyzed. Since ancient times, people have been inspired by the creation and design of fabrics, as well as the production and use of textiles in almost all areas of their daily lives, for utilitarian purposes, as well as in creative forms, to fill the basic expressive need for decoration, spiritual and physical well-being. The visual language of textiles and items from it that we choose to use designate our personal social needs, practical requirements, and aesthetic preferences.

Ключевые слова: религиозный мотив, религиозный текстиль, церковный текстиль, религиозные ткани.

Keywords: religious motive, religious textiles, church textiles, religious fabrics.

Люди сегодня, как и много лет назад, создают, производят и используют текстильные изделия в своей повседневной жизни. Текстильные изделия, как правило, функциональны, но также могут быть использованы для украшения, демонстрации социального статуса, эстетических и религиозных ценностей. В обществе текстильные

товары представляют собой, в том числе сообщение о статусе владельца, его интересах и даже религиозной принадлежности. Текстиль, демонстрируемый через одежду или имущество во время ритуальных празднований или фестивалей, а также в важных случаях на протяжении всей жизни (таких как, рождение ребенка, брак, похороны и

пр.), транслирует различную информацию о его владельце. Можно сказать, что мотивы и декоративные узоры на предметах создают беззвучную, но красноречивую, похожую на язык, систему обмена дополнительной информацией.

На внешний вид текстильных изделий влияют различные факторы: развитие культуры, торговли, региональное разнообразие, религия. Дизайнеры и производители текстиля всегда создавали свою продукцию, основываясь на инновационных научных и промышленных разработках своего времени. Так, использование и доступность швейной машины в девятнадцатом веке произвело революцию в пошиве одежды и в текстильном производстве и популяризации быстро меняющейся текстильной промышленности, а изобретение и широкое использование нейлона в двадцатом веке открыли новые возможности для модельеров и производителей одежды для пошива новой современной одежды.

Сегодня дизайнеры продолжают придумывать новые мотивы для тканей, инженеры создавать новые технологии. Сочетание дизайнерских идей и технологий привели мировой рынок одежды в XXI веке к массово-промышленным технологиям производства модной одежды, в результате чего появились крупные конгломераты производителей. Изделия известных розничных компаний (Marks and Spencer, Next, Zara, H&M и др.) являются недорогими и пользуются большой популярностью благодаря быстрому обороту, но указанные компании предоставляют аналогичные коллекции одежды по всему миру, что ведет к узнаваемым социальным тенденциям и считыванию социальной и групповой принадлежности [6].

История демонстрирует, что социальные институты (религия, семья, образование), различные события (политические перемены, войны, научные разработки и путешествия, ведущие к открытию новых иностранных культур) влияют на нашу собственную культурную практику, в том числе связанную с модой и текстильным

дизайном. Изменения в социальном мышлении могут повлиять на то, как мы выражаем себя через одежду.

Религия с давних пор является фундаментальной основой культуры любого общества. В прошлом ношение одежды с религиозной символикой связывалось с выражением принадлежности к определенной религии. Сегодня религиозные мотивы не носят столь сакрального характера. Они являются источником вдохновения для дизайнеров и проявляются во многих современных дизайнах одежды.

В зарубежных исследованиях отмечается, что выражение религиозных мотивов в моде осуществляется двумя способами: путем использования форм религиозных костюмов и связанных с ними изображений, а также использования религиозных символов и связанных с ними изображений [8].

Настоящее небольшое исследование дизайнера и разработки моделей ткани для повседневной одежды, вдохновленных религиозными постулатами, показало, что детали, которыми украшают текстильные изделия (в частности, одежду), включая цветовые схемы, узоры и сочетания материалов, которые не только образуют красивый образ, но и имеют религиозное значение. Сегодня наблюдается растущий интерес к духовности во всех областях массовой культуры, эта тенденция распространяется и на мир моды. Нельзя не признать, что в современном мире прослеживается взаимопроникновение религии и моды, что приводит к функционированию понятия "религиозная мода" [2, с.155].

Истории моды известно множество примеров рецепции религиозных символов и образов. Отмечается, что еще в 30-х годах прошлого столетия итальянский дизайнер Эльза Скиапарелли выпустила платье с вышивкой, напоминающей ключи апостола Петра [4]. Сходство с одеяниями францисканских монахов угадывалось в работах Кристофаля Баленсиаги, а черные платья с белыми воротничками Коко Шанель также имеют монастырские мотивы [3, с.88].

Хиппи 1960-х годов выражали свои идеалы в одежде. Многочисленные религиозные атрибуты и украшения, сочетающиеся в их образах, интерпретируются как синтез всех духовных путей, солидарность и единство [5, с.227].

В 1980-х годах дизайнеры вновь обратились к религиозной тематике. Тогда религиозные элементы (в частности, крест) стали широко использоваться в модных коллекциях. Весомый вклад в освоение католической символики, ее перенесении в повседневную жизнь внес Джанни Версаче [3, с.88]. В 1990-е Жан-Поль Готье вышивал лик Христа на поясах-триптихах. Позже, в 2007 году, модельер сделал религиозные цитаты в коллекции *haute couture* и вывел на подиум моделей в нарядах с изображениями ангелов и витражей [7].

Мода зачастую реагирует на различные события в мире. Так, переизбрание главы католической церкви – Папы Римского – повлекло интерес к религиозным мотивам на тканях. *Dolce и Gabbana* в 2013 году в Милане продемонстрировали откровенно религиозную коллекцию: разместив на платьях и аксессуарах лики Божьей Матери и святых. Они посвятили всю коллекцию мозаикам одного из сицилийских соборов [3, с.89]. Религиозные мотивы замечены в коллекциях итальянского бренда *Valentino*. Религия, как источник вдохновения, традиционно сопутствует творчеству модных домов *Alexander McQueen* и *Givenchy*. Александр МакКуин еще в начале своей карьеры организовал показ в церкви, объявив религию источником всех войн в мире. Модные показы в храмах достаточно распространены.

Нынешняя мода демонстрирует всплеск прохристианской эстетики. Характерными признаками являются: аскетизм форм и силуэта, роскошь материалов, религиозная символика.

Таким образом, в современной моде религиозный мотив является одним из факторов развития оригинального дизайна. Каждая мировая религия имеет свой символ, который можно использовать как декоративный элемент повседневной одежды. Помимо основных религиозных символов, как

показало исследование, в узорах одежды присутствуют иные изображения: свечи, архитектурные сооружения (храмы), витражи и т.д.

Представляется, что религиозные символы, используемые для украшения одежды, утрачивают свой изначальный смысл. Произведения, в которых используются религиозные послания, символы или образы, исключают возражения против религии и подчеркивают тему коллекции, а не выражают внутреннее (сакральное) значение каждого символа. В то же время было бы неверным утверждать, что религиозные сюжеты, перенесенные на сугубо функциональную вещь – костюм, теряют демонстративную функцию. Размещенные в том или ином виде на одежде, они в некоторых случаях остаются способом трансляции религиозной идентичности. В связи с этим следует поддержать тезис исследователей, изучающих христианские мотивы в коллекциях современных модельеров: "...образы Христа, Богородицы, апостолов, даже перенесенные на ... костюм, продолжают нести потенциал святости, благородства и чистоты" [1]. Именно поэтому следует осторожно использовать религиозную символику на одежде, не допуская оскорбления чувств верующих.

В Ы В О Д Ы

Обзор теоретических исследований, посвященных изучению взаимовлияния моды и религии, анализ эмпирического материала, позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, мир моды меняется благодаря творчеству дизайнеров, вдохновленных различными культурами и религиями. Использование религиозных мотивов в известной степени выступает средством выражения духовной красоты, способом достижения гармонии вопреки современным материалистическим тенденциям.

Во-вторых, религии, оказавшие влияние на культуру общества, сыграли важную роль в формировании уникального костюма каждой нации в прошлом и оказывают влияние на различные аспекты ди-

зайна одежды вплоть до сегодняшнего дня. Между тем, сегодня религиозные мотивы в одежде не носят столь сакрального характера и не всегда символизируют религиозность их обладателя.

В-третьих, следует учитывать, что проблема взаимодействия светского и религиозного остро стоит в современном поликультурном обществе. Именно поэтому производителям одежды следует с осторожностью использовать религиозные символы в одежде, соблюдая правовые, моральные и религиозные ограничения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Затулий А.И.* Религиозные мотивы в коллекциях современных модельеров // *Религиоведение*. – 2006, № 4. С. 119...125. URL: <http://portal-credo.ru/site/?act=lib&id=1773> (дата обращения: 10.11.2019)
2. *Ляушева С.А., Позднякова Т.С.* Мода и этно-религиозные традиции: специфика взаимовлияния // *Вестник Адыгейского гос. ун-та. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология*. – 2016, №4 (189). С.151...156.
3. *Михайловская О.* Бог с ними // *Vogue (Россия)*. – 2018. Май. С. 88...90.
4. Мода и религия: краткая история сложных взаимоотношений // *L'Officiel*. URL: <https://www.lofficielrussia.ru/moda/moda-i-religiya> (дата обращения: 10.11.2019).
5. *Чибисова О.В.* От хиппи до хипстеров: эволюция контркультуры // *Вестник ВГУ. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация*. – 2010, № 2. С. 225...228.
6. *Canavan K.* Applications of Textile Products. Textiles and Fashion. Woodhead Publishing. 2015. P.531...545, <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-931-4.00021>.

7. *Habemus Papam: религия vs. Мода // Vogue*. URL: <https://vogue.ua/article/fashion/habemus-papam-religiya-vs-moda139.html> (дата обращения: 12.11.2019).

8. *Kim S.* The Study of Religious Motifs in Contemporary Fashion // *Journal of the Korean Home Economics Association*. – № 48, 2010. P.39...50.

REFERENCES

1. *Zatulyiy A.I.* Religioznye motivy v kollektsiyakh sovremennykh model'erov // *Religiovedenie*. – 2006, №4. S. 119...125. URL: <http://portal-credo.ru/site/?act=lib&id=1773> (data obrashcheniya: 10.11.2019)
2. *Lyausheva S.A., Pozdnyakova T.S.* Moda i etno-religioznye traditsii: spetsifika vzaimovliyaniya // *Vestnik Adygeyskogo gos. un-ta. Seriya 1: Regionovedenie: filosofiya, istoriya, sotsiologiya, yurisprudentsiya, politologiya, kul'turologiya*. – 2016, №4 (189). S.151...156.
3. *Mikhaylovskaya O.* Bog s nimi // *Vogue (Ros-siya)*. – 2018. May. S. 88...90.
4. Мода и религия: краткая история сложных взаимоотношений // *L'Officiel*. URL: <https://www.lofficielrussia.ru/moda/moda-i-religiya> (data obrashcheniya: 10.11.2019).
5. *Chibisova O.V.* Ot khippi do khipsterov: evolyutsiya kontrkul'tury // *Vestnik VGU. Seriya: Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikatsiya*. – 2010, № 2. S.225...228.
6. *Canavan K.* Applications of Textile Products. Textiles and Fashion. Woodhead Publishing. 2015. P.531...545, <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-931-4.00021>.
7. *Habemus Papam: religiya vs. Moda // Vogue*. URL: <https://vogue.ua/article/fashion/habemus-papam-religiya-vs-moda139.html> (data obrashcheniya: 12.11.2019).
8. *Kim S.* The Study of Religious Motifs in Contemporary Fashion // *Journal of the Korean Home Economics Association*. – № 48, 2010. P.39...50.

Рекомендована кафедрой финансового права и таможенной деятельности. Поступила 18.11.19.

УДК 539.434:677.494

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_144

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
И СПЕКТРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ТЕКСТИЛЯ***

**DEVELOPMENT OF METHODS OF MATHEMATICAL MODELING
AND SPECTRAL ASSESSMENT
OF FUNCTIONAL PROPERTIES OF TECHNICAL TEXTILES**

Н.В. ПЕРЕБОРОВА, А.Г. МАКАРОВ, М.А. ЕГОРОВА, И.М. ЕГОРОВ

N.V. PEREBOROVA, A.G. MAKAROV, M.A. EGOROVA, I.M. EGOROV

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)

(Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)

E-mail makvin@mail.ru

Разрабатываются методы математического моделирования и спектральной оценки функциональных свойств технического текстиля. Спектральная оценка функциональных свойств текстильных материалов позволяет получить значения среднестатистических времен релаксации, характеризующих релаксационные свойства указанных материалов, и значения среднестатистических времен запаздывания, характеризующих деформационные свойства этих материалов.

Methods of mathematical modeling and spectral estimation of the functional properties of technical textiles are being developed. A spectral estimation of the functional properties of textile materials allows one to obtain the values of the average relaxation times characterizing the relaxation properties of these materials, and the values of the average delay times characterizing the deformation properties of these materials.

Ключевые слова: полимеры, технический текстиль, вязкоупругость, деформационно-эксплуатационные процессы, математическое моделирование, релаксация, упругость, вязкоупругость, спектр релаксации, спектр запаздывания.

* Работа финансировалась в рамках выполнения базовой части государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ, Проект № FSEZ-2020-0005.

Keywords: polymers, technical textiles, viscoelasticity, deformation-operational processes, mathematical modeling, relaxation, elasticity, viscoelasticity, relaxation spectrum, delay spectrum.

В основе исследования функциональных свойств технического текстиля лежит математическое моделирование основополагающих вязкоупругих процессов этих материалов – релаксации и ползучести. Одним из развиваемых вариантов математического моделирования вязкоупругости текстильных материалов является вариант, основанный на аналитической аппроксимации экспериментальных "семейств" кривых релаксации и ползучести с помощью различных нормированных релаксационных функций и функций запаздывания по логарифмической шкале приведенного времени [1].

Увеличение разнообразия текстильных материалов, обладающих той или иной молекулярной и надмолекулярной структурой и проявляющих, в силу сказанного, те или иные функциональные свойства, способствует совершенствованию имеющихся и разработке новых, более точных, математических моделей, описывающих те или иные функциональные свойства указанных материалов. В настоящее время имеется несколько математических моделей функциональных свойств полимерных текстильных материалов, основанных на аппроксимации экспериментальных "семейств" релаксации и ползучести различными нормированными функциями [2].

В частности, было показано [3], что, если для математического моделирования вязкоупругих свойств полимерных текстильных материалов относительно простой макроструктуры типа нитей и волокон достаточно использовать в качестве нормированной функции интеграл вероятности (ИВ) или нормированный гиперболический тангенс (ГТ), то для математического моделирования вязкоупругости полимерных текстильных материалов более сложной макроструктуры, к которым следует отнести ткани, пряжу, жгуты, канаты и т.д., целесообразно использовать функцию нормированный арктангенс логарифма приведен-

ного времени (НАЛ). Функция НАЛ является интегральной функцией вероятностного распределения Коши, главным достоинством которого является свойство замкнутости относительно операции сложения случайных величин (то есть сумма случайных величин, распределенных по закону Коши, также распределена по этому закону) [4].

Из этого важного свойства вероятностного закона распределения Коши следует, что вязкоупругие процессы, как составных частей текстильного материала сложной макроструктуры (нитей, волокон), так и самого материала (тканей, пряжи) в целом, могут быть описаны одной математической моделью, в основе которой лежит функция НАЛ, что существенно упрощает процесс математического моделирования вязкоупругости [5].

Учитывая сказанное, математическое моделирование процессов релаксации и ползучести технического текстиля целесообразно проводить на основе нормированной функции НАЛ. Одним из основополагающих достоинств предлагаемой математической модели вязкоупругости является выполнение требования к наименьшему числу параметров-характеристик модели и их физическая обоснованность. К тому же выбранная модель вязкоупругости обладает достаточной простотой, достигаемой за счет учета нелинейности в интегральных ядрах релаксации и запаздывания (времена релаксации и запаздывания вводятся как параметры модели), а не за счет усложнения самого ядра [6].

Следовательно, математическое моделирование вязкоупругости технического текстиля проводилось на основе функции НАЛ, которую можно записать в виде функции релаксации:

$$\varphi_{\text{et}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \arctg \left(\frac{1}{b_{\text{нэ}}} \ln \frac{t}{\tau_{\text{э}}} \right) \quad (1)$$

для процесса релаксации и в виде функции запаздывания

$$\varphi_{\sigma t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{b_{n\sigma}} \ln \frac{t}{\tau_{\sigma}} \right) \quad (2)$$

для процесса ползучести.

С учетом сказанного математические модели релаксации (3) и ползучести (4) имеют вид [7]:

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_{\infty}) \varphi_{\varepsilon t}, \quad (3)$$

$$D_{\sigma t} = D_0 + (D_{\infty} - D_0) \varphi_{\sigma t}. \quad (4)$$

Здесь t – время; $1/b_{n\varepsilon}$ – параметр интенсивности процесса релаксации; $1/b_{n\sigma}$ – параметр интенсивности процесса ползучести; τ_{ε} – время релаксации (время, за которое проходит половина процесса релакса-

$$E_0 = \lim_{t \rightarrow 0} E_{\varepsilon t}, \quad E_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} E_{\varepsilon t}, \quad D_0 = \lim_{t \rightarrow 0} D_{\sigma t}, \quad D_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} D_{\sigma t} \quad (5)$$

– структурные параметры $b_{n\varepsilon}$ и $b_{n\sigma}$ характеризуют скорость процессов релаксации и ползучести; указанные параметры соответствуют логарифму приведенного времени "полурелаксации" (половина процесса релаксации при деформации ε происходит в интервале времени $t \in [t', t'']$, где $\ln(t'/\tau_{\varepsilon}) = -b_{n\varepsilon}$, $\ln(t''/\tau_{\varepsilon}) = b_{n\varepsilon}$) и "полузапаздывания" (половина процесса ползучести при напряжении σ происходит в интервале времени $t \in [t', t'']$, где $\ln(t'/\tau_{\sigma}) = -b_{n\sigma}$, $\ln(t''/\tau_{\sigma}) = b_{n\sigma}$);

– функции времен релаксации $f_{\varepsilon, \varepsilon} = \ln(t_1/\tau_{\varepsilon})$ и времен запаздывания $f_{\sigma, \sigma} = \ln(t_1/\tau_{\sigma})$, характеризующие сдвиги кривых "семейств" релаксации и ползучести вдоль логарифмическо-временной шкалы содержатся соответственно в структурно-деформационно-временном аргументе-функционале:

ции при величине деформации ε); τ_{σ} – время запаздывания (время, за которое проходит половина процесса ползучести при величине напряжения σ); $E_{\varepsilon t} = \sigma/\varepsilon$ – модуль релаксации; E_0 – модуль упругости; E_{∞} – модуль вязкоупругости; $D_{\sigma t} = \varepsilon/\sigma$ – податливость; D_0 – начальная податливость; D_{∞} – предельная равновесная податливость; ε – деформация; $\sigma = F/S$ – напряжение; F – усилие при растяжении; S – площадь поперечного сечения технического текстиля.

Несомненным достоинством математических моделей (1)...(4) является то, что они содержат минимальное число параметров, имеющих четкий физический смысл [8]: $E_0, E_{\infty}, D_0, D_{\infty}$ – асимптотические значения модуля релаксации и податливости:

$$W_{\varepsilon t} = \frac{1}{b_{n\varepsilon}} \ln \frac{t}{\tau_{\varepsilon}} = \frac{1}{b_{n\varepsilon}} \left(\ln \left(\frac{t}{t_1} \right) + \ln \left(\frac{t_1}{\tau_{\varepsilon}} \right) \right) \quad (6)$$

и в структурно-сило-временном аргументе-функционале:

$$W_{\sigma t} = \frac{1}{b_{n\sigma}} \ln \frac{t}{\tau_{\sigma}} = \frac{1}{b_{n\sigma}} \left(\ln \left(\frac{t}{t_1} \right) + \ln \left(\frac{t_1}{\tau_{\sigma}} \right) \right). \quad (7)$$

Использование нормированной функции НАЛ в качестве основы математической модели вязкоупругости позволяет с достаточной степенью точности моделировать функциональные свойства технического текстиля. Указанное моделирование расширяет деформационно-временные и сило-временные границы прогнозирования деформационных процессов указанных материалов за счет достаточно медленной сходимости функции НАЛ к своим асимптотическим значениям. Аналитическое за-

дание функции НАЛ и принадлежность ее к классу элементарных функций упрощает дифференциально-интегральные преобразования в рамках рассматриваемой математической модели и облегчает процесс нахождения вязкоупругих характеристик [9].

Разработанные методы математического моделирования функциональных свойств технического текстиля необходимы для получения спектральной оценки этих свойств. Спектральная оценка функциональных свойств текстильных материалов позволяет определить значения среднестатистических времен релаксации, характеризующих релаксационные свойства указанных материалов, и значения среднестатистических времен запаздывания, характеризующих деформационные свойства этих материалов.

Функциональные свойства технического текстиля характеризуются спектром релаксации $\bar{H}_{\varepsilon t}$ и спектром запаздывания $\bar{Q}_{\sigma t}$.

Модуль релаксации связан со спектром релаксации $\bar{H}_{\varepsilon t}$ через функцию релаксации $\phi_{\varepsilon t}$ формулой [10]:

$$\int_0^{\infty} \bar{H}_{\varepsilon t} e^{-tx} dx = \frac{d\phi_{\varepsilon t}}{dt} = r_{\varepsilon t}, \quad (8)$$

представляющей собой преобразование Лапласа, в котором спектр релаксации $\bar{H}_{\varepsilon t}$ играет роль оригинала, а ядро релаксации $r_{\varepsilon t}$ – роль изображения в терминах операционного исчисления.

Для получения приближений нормированного спектра релаксации можно воспользоваться рекуррентными формулами [11]:

$$\text{при } k=1 \quad \bar{H}_1 = \frac{\partial \phi_{\varepsilon t}}{\partial \ln t} = \phi'_{\varepsilon t} = \bar{r}_{\varepsilon t} \Big|_{t=\bar{t}}, \quad (9)$$

$$\text{при } k \geq 2 \quad \bar{H}_k = \bar{H}_{k-1} - \frac{1}{k-1} \frac{d\bar{H}_{k-1}}{d \ln \bar{t}} \Big|_{t=(k-1)\bar{t}}. \quad (10)$$

Спектр запаздывания $\bar{Q}_{\sigma t}$ связан с податливостью через функцию запаздывания

$\phi_{\sigma t}$ формулой:

$$\int_0^{\infty} \bar{Q}_{\sigma t} e^{-tx} dx = \frac{d\phi_{\sigma t}}{dt} = r_{\sigma t}, \quad (11)$$

представляющей собой преобразование Лапласа, в котором спектр запаздывания $\bar{Q}_{\sigma t}$ играет роль оригинала, а ядро запаздывания $r_{\sigma t}$ – роль изображения в терминах операционного исчисления.

Для получения приближений нормированного спектра запаздывания можно воспользоваться рекуррентными формулами [12]:

$$\text{при } k=1 \quad \bar{Q}_1 = \frac{\partial \phi_{\sigma t}}{\partial \ln t} = \phi'_{\sigma t} = \bar{r}_{\sigma t} \Big|_{t=\bar{t}}, \quad (12)$$

$$\text{и при } k \geq 2 \quad \bar{Q}_k = \bar{Q}_{k-1} - \frac{1}{k-1} \frac{d\bar{Q}_{k-1}}{d \ln \bar{t}} \Big|_{t=(k-1)\bar{t}}. \quad (13)$$

На основе рекуррентных соотношений (9)...(10) и (12)...(13) для приближений спектров релаксации \bar{H}_k и ползучести \bar{Q}_k предложено решение задачи об аналитической взаимосвязи между нелинейно-наследственным ядром релаксации и деформационно-временным спектром релаксации, а также между нелинейно-наследственным ядром ползучести и сило-временным спектром ползучести на примере задания функций релаксации и ползучести в виде НАЛ.

Задачи определения спектров релаксации и спектров ползучести свелись к нахождению коэффициентов b_{ne} и $b_{n\sigma}$, зависящих от структуры материала [13].

Следует также заметить, что спектры релаксации \bar{H} и ползучести \bar{Q} с достаточной степенью точности характеризуются своими первыми приближениями – релаксационным ядром и ядром ползучести, а последующие приближения быстро сходятся к точным значениям спектров (рис. 1 – приближения спектра релаксации \bar{H}_n текстильной пряжи ($b_{ne} = 2,94$, $T=20^\circ\text{C}$)).

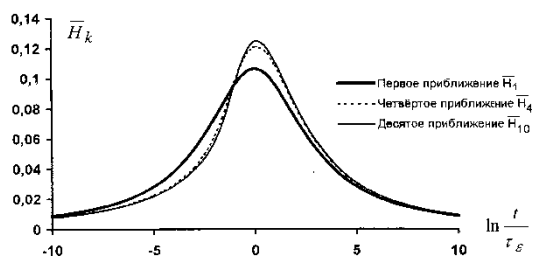


Рис. 1

Достаточно большие реальные значения структурно-чувствительных параметров b_{nc} и b_{ns} упрощают решения задач о взаимосвязи деформационно-временного ядра со спектром релаксации и сило-временного ядра со спектром ползучести. В этом случае уже первые приближения можно считать близкими к точным решениям. По мере уменьшения численных значений указанных параметров разница между первыми и вторыми приближениями будет возрастать, но, вероятнее всего, в большинстве реальных случаев уже третьих или, в крайнем случае, пятых приближений будет вполне достаточно [14].

Как показал эксперимент, спектры материалов с простой макроструктурой достаточно точно строятся как с использованием функции НАЛ, так и с использованием функции ИВ. Однако для материалов со сложной макроструктурой предпочтительнее при построении спектров пользоваться функцией НАЛ, имеющей более широкий спектр по сравнению с ИВ. Программное обеспечение по численному расчету спектров релаксации и запаздывания существенно упрощает процесс нахождения необходимых приближений, повышая точность расчета [15].

Все разработанные методики находят свое применение как в научных исследованиях при изучении свойств текстильных материалов, так и в учебных целях: теоретические результаты включены в лекционные курсы, а методики и программное обеспечение – в лабораторные практикумы для студентов и аспирантов. Применение разработанных методик на практике заметно упрощается благодаря автоматизации соответствующих вычислительных процессов посредством программного обеспечения.

Включение методик определения различного рода параметров и характеристик в единые программные пакеты определяет их универсальность и возможность параллельного использования при прогнозировании вязкоупругих состояний текстильных материалов. Создание удобного и наглядного интерфейса позволяет освоить применимость данных методик персоналу с минимальной степенью подготовленности и не требует специальной квалификации.

ВЫВОДЫ

1. Разработан и апробирован метод математического моделирования функциональных свойств технического текстиля.
2. Разработан метод спектральной оценки функционально-релаксационных процессов технического текстиля.
3. Разработан метод спектральной оценки функционально-деформационных свойств технического текстиля.
4. Разработаны численные методы расчета спектров релаксации и спектров запаздывания технического текстиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сталевич А.М., Макаров А.Г. Вариант спектра наследственно-вязкоупругой релаксации синтетических нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 3. С. 8...13.
2. Макаров А.Г., Сталевич А.М. Прогнозирование восстановительного деформационного процесса и обратной релаксации полимерных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 3. С. 10...13.
3. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Методы компьютерного анализа вязкоупругости технических тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 3. С. 13...17.
4. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Исследование изменений деформационных свойств полиэфирных нитей в зависимости от степени крутки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4. С. 9...13.
5. Овсянников Д.А., Макаров А.Г., Сталевич А.М., Демидов А.В. Вариант решения задачи по математическому моделированию вязкоупругих процессов полимеров // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. – 2006. Вып. 3. С. 46...54.

6. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Определение механических характеристик текстильных материалов при переменной температуре // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 6. С. 14...19.

7. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Системный анализ вязкоупругости текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 3. С. 20 ...24.

8. Макаров А.Г., Демидов А.В., Новоселова А.Г., Сталевич А.М. Методы спектрального моделирования механической релаксации текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 1с. С. 15...19.

9. Макаров А.Г., Демидов А.В., Сталевич А.М. Вариант моделирования нелинейно-наследственной вязкоупругости полимерных материалов//Механика твердого тела. – 2009, № 1. С. 155...165.

10. Макаров А.Г., Слуцкер Г.Я., Гофман И.В., Васильева В.В. Начальная стадия релаксации напряжения в ориентированных полимерах//Физика твердого тела. – Т. 58, № 4. С. 814...820.

11. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Вагнер В.И., Васильева Е.К. Разработка методики проведения сравнительного анализа деформационных и релаксационных свойств арамидных нитей и текстильных материалов на их основе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 5. С. 48...58.

12. Демидов А.В., Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А. Прогнозирование деформационно-релаксационных процессов полиамидных тканей, применяемых для изготовления куполов парашютов// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 250...258.

13. Переборова Н.В., Демидов А.В., Макаров А.Г., Климова Н.С., Васильева Е.К. Методы математического моделирования и качественного анализа релаксационно-деформационных процессов арамидных текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 2. С. 251...255.

14. Переборова Н.В., Демидов А.В., Макаров А.Г., Климова Н.С. Спектральный анализ вязкоупругости геотекстильных нетканых полотен и его применение для оценки их функциональности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 2. С. 192...198.

15. Переборова Н.В., Демидов А.В., Макаров А.Г., Климова Н.С. Повышение конкурентоспособности полимерных текстильных материалов на основе применения интегральных критериев достоверности математического моделирования вязкоупругости на стадии их проектирования и организации производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 3. С.242...247.

REFERENCES

1. Stalevich A.M., Makarov A.G. Variant spektra nasledstvenno-vyazkouprugoy relaksatsii sinteticheskikh nitey // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2000, № 3. S. 8...13.

2. Makarov A.G., Stalevich A.M. Prognozirovaniye vosstanovitel'nogo deformatsionnogo protsessa i obratnoy relaksatsii polimernykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2002, № 3. S. 10...13.

3. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Metody komp'yuternogo analiza vyazkouprugosti tekhnicheskikh tkaney // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2006, № 3. S. 13...17.

4. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Issledovaniye izmeneniy deformatsionnykh svoystv poliefirnykh nitey v zavisimosti ot stepeni krutki // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2006, № 4. S. 9...13.

5. Ovsyannikov D.A., Makarov A.G., Stalevich A.M., Demidov A.V. Variant resheniya zadachi po matematicheskomu modelirovaniyu vyazkouprugikh protsessov polimerov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 10. Prikladnaya matematika. Informatika. Protsessy upravleniya. – 2006. Vyp. 3. S.46...54.

6. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Opredeleniye mekhanicheskikh kharakteristik tekstil'nykh materialov pri peremennoy temperature // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2006, № 6. S. 14...19.

7. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Sistemnyy analiz vyazkouprugosti tekstil'nykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, № 3. S. 20 ...24.

8. Makarov A.G., Demidov A.V., Novoselova A.G., Stalevich A.M. Metody spektral'nogo modelirovaniya mekhanicheskoy relaksatsii tekstil'nykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, № 1s. S.15...19.

9. Makarov A.G., Demidov A.V., Stalevich A.M. Variant modelirovaniya nelineyno-nasledstvennoy vyazkouprugosti polimernykh materialov//Mekhanika tverdogo tela. – 2009, № 1. S. 155...165.

10. Makarov A.G., Slutsker G.Ya., Gofman I.V., Vasil'eva V.V. Nachal'naya stadiya relaksatsii napryazheniya v orientirovannykh polimerakh//Fizika tverdogo tela. – Т. 58, № 4. С. 814...820.

11. Makarov A.G., Pereborova N.V., Vagner V.I., Vasil'eva E.K. Razrabotka metodiki provedeniya sravnitel'nogo analiza deformatsionnykh i relaksatsionnykh svoystv aramidnykh nitey i tekstil'nykh materialov na ikh osnove // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, № 5. S. 48...58.

12. Demidov A.V., Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A. Prognozirovaniye deformatsionno-relaksatsionnykh protsessov poliamidnykh tkaney,

primenyaemykh dlya izgotovleniya kupolov parashyutov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 1. S. 250...258.

13. Pereborova N.V., Demidov A.V., Makarov A.G., Klimova N.S., Vasil'eva E.K. Metody matematicheskogo modelirovaniya i kachestvennogo analiza relaksatsionno-deformatsionnykh protsessov aramidnykh tekstil'nykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 2. S.251...255.

14. Pereborova N.V., Demidov A.V., Makarov A.G., Klimova N.S. Spektral'nyy analiz vyazkouprugosti geotekstil'nykh netkanykh poloten i ego primeneniye dlya otsenki ikh funktsional'nosti // Izvestiya Vysshikh

Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 2. S. 192...198.

15. Pereborova N.V., Demidov A.V., Makarov A.G., Klimova N.S. Povysheniye konkurentosposobnosti polimernykh tekstil'nykh materialov na osnove primeneniya integral'nykh kriteriev dostovernosti matematicheskogo modelirovaniya vyazkouprugosti na stadii ikh proektirovaniya i organizatsii proizvodstva // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2019, № 3. S.242...247.

Рекомендована кафедрой интеллектуальных систем и защиты информации. Поступила 17.03.21.

УДК 746

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_151

АНАЛИЗ ТКАНЕЙ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАГРУЗКОЙ

ANALYSIS OF TISSUES WITH ADDITIONAL INFORMATION LOAD

Ю.А. ЩЕПОЧКИНА

JU.A. SHCHEROSHKINA

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: julia2004ivanovo@yandex.ru

Рассмотрена информационная, в том числе и агитационная, нагрузка тканей рисунком. Предложено использовать в качестве текстильного рисунка композиции, включающие QR-код, штриховой код или их сочетание. Использование композиций, включающих QR-код, штриховой код, а также их сочетание между собой и с традиционными текстильными рисунками, создает предпосылки к появлению нового стиливого направления в оформлении тканей.

The information, load of fabrics by drawing is considered. It is proposed to use as a textile pattern compositions including QR-code, bar code or a combination of them. The use of compositions including QR-code, bar code, as well as their combination with each other and with traditional textile drawings creates the prerequisites for the emergence of a new style in the design of fabrics.

Ключевые слова: ткань, текстильный рисунок, информационная нагрузка.

Keywords: fabric, textile drawing, information load.

Ткани с надписями и другими видами информационной нагрузки появились почти одновременно с возникновением текстильного рисунка. В них используется каллиграфический орнамент, состоящий из выразительных по своей пластике отдельных букв или элементов текста [1], [2]. Такие ткани были популярными на протяжении столетий. Отметим, что альтернативой буквам на тканях были и ноты, однако та-

кой, как буквы и надписи из них, понятной всем информационной нагрузки они не несли (рисунки с нотами выполняли в ряде случаев декоративную функцию, почти такую же, как рисунки с абстрактной геометрией).

Ткани с надписями приобрели особую популярность в СССР в 20-е годы XX века и несли информационную, а зачастую и агитационную нагрузку. Это способство-

вало возникновению нового художественного направления оформления тканей – "агитационный" текстиль, который сформировался как стилевое направление на основе конструктивизма и в разной степени присутствовал в продукции всех центров текстиля СССР, в том числе в Ивановской области, выпускавшей в то время около 25% всех советских тканей [1]. Несмотря на то, что рисунки на ткани несли агитационную нагрузку, в изображении сюжетов просматривается стилизованная графика, рис. 1 (фрагмент ткани, СССР, 1926 г.).



Рис. 1

Со временем информационная, в том числе и агитационная, нагрузка тканей рисунком постепенно исчезает на десятилетия. Вновь объектом повышенного внимания ткани с подобной нагрузкой стали в связи с проведением в Москве Олимпиады в 1980 г [1]. Спортивные сюжеты на таких тканях сочетались с надписями и абстрактными рисунками.



Рис. 2

В 80-е годы XX века в Ивановской области продолжали выпускать ткани, несущие информационную нагрузку рисунком, рекламирующие саму область, как текстильный край, учебные заведения текстильного профиля, рис. 2 (фрагмент ткани, СССР, 1985 г.).

К началу 90-х годов прошлого столетия в связи с трудной экономической ситуацией выпуск тканей по всей стране резко сократился. Новые рисунки практически не разрабатывались. Сюжеты на тканях, заимствованные из советского периода, представляли абстрактную геометрию, стилизованные цветы, фрукты и др. Ткани с надписями и вообще с какой-либо информационной нагрузкой практически не встречались.

В последнее десятилетие в России стали популярны зарубежные ткани с информационной нагрузкой рисунком. Надписи, выполненные на таких тканях, как правило, рекламируют фирму-производителя одежды либо имеют отвлеченный характер, рис.3 (фрагмент ткани, Италия, 2018 г.).



Рис. 3

Вместе с тем, в современном мире информационных технологий создаются условия для новых форм информационной нагрузки ткани рисунком. При этом основным критерием оценки текстильных рисунков является новизна [3].

Нами предлагается использовать в качестве текстильного рисунка композицию, включающую QR-код, штриховой код или "зебру".

В современных условиях такой рисунок подобно надписям несет информационную нагрузку, без труда считываемую при помощи сканирующих устройств.

QR-код состоит из квадратов, расположенных в квадратной сетке на белом фоне, которые могут считываться с помощью устройств обработки изображений, таких как камера, и обрабатываться до тех пор, пока изображение не будет надлежащим образом распознано. QR-код может нести большой объем информации в графической картинке, сочетающей изображение нескольких самостоятельных квадратов, рис. 4 (эскиз рисунка на ткань, включающий QR-код).

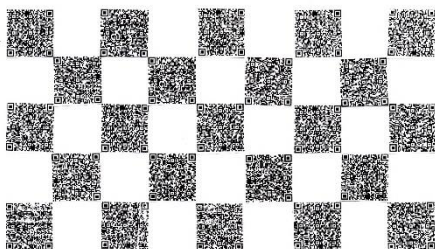


Рис. 4

Возможно также использование в качестве рисунка на ткани композиции, сочетающей QR-код и штриховой код, рис. 5 (эскиз рисунка на ткань, включающий сочетание QR-кода и штрихового кода).

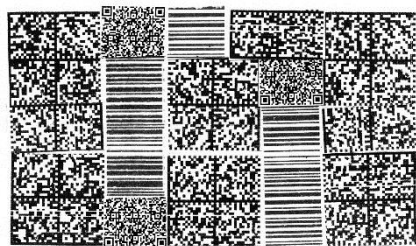


Рис. 5

Штриховой код (без цифрового ряда), представляющий собой чередование широких и узких темных и светлых полос [4], придает рисунку строгий, но в то же время современный характер. При этом возможно присутствие в композиции и цифрового ряда.

Графическая картинка QR-кода и штрихового кода может быть эффектно соединена с цветочными, геометрическими, абстрактными рисунками, текстурой дерева, надписями.

рактными рисунками, текстурой дерева, надписями.

ВЫВОДЫ

Использование композиций, включающих QR-код, штриховой код, а также их сочетание между собой и с традиционными текстильными рисунками, создает предпосылки к появлению нового стиливого направления в оформлении тканей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мизонова Н.Г., Крылов М.И. Ткани с надписями и политическими сюжетами как продолжение мировых традиций в Ивановском текстиле // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 5. С. 144...149.
2. Крылов М.И., Мизонова Н.Г. Влияние политики, технологии и моды на изменения стилистики оформления текстиля на примере печатного рисунка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С. 161...165.
3. Торебаев Б.П., Ботабаев Н.Е., Бектурсунова А.К., Ботабаева А.Е. Возможность применения инновационных технологий в дизайне ткани и одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 3. С. 186...190.
4. Бузов Б.А., Румянцева Г.П. Материалы для одежды. – М.: Издательский центр "Академия", 2010.

REFERENCES

1. Mizonova N.G., Krylov M.I. Tkani s nadpisyami i politicheskimi syuzhetami kak prodolzhenie mirovykh traditsiy v Ivanovskom tekstile // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, № 5. S. 144...149.
2. Krylov M.I., Mizonova N.G. Vliyanie politiki, tekhnologii i mody na izmeneniya stilistiki oformleniya tekstilya na primere pechatnogo risunka // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, № 6. S. 161...165.
3. Torebaev B.P., Botabaev N.E., Bektursunova A.K., Botabaeva A.E. Vozmozhnost' primeneniya innovatsionnykh tekhnologiy v dizayne tkani i odezhdyy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, № 3. S. 186...190.
4. Buzov B.A., Rumyantseva G.P. Materialy dlya odezhdyy. – M.: Izdatel'skiy tsentr "Akademiya", 2010.

Рекомендована кафедрой строительного материаловедения, специальных технологий и технологических комплексов. Поступила 21.01.19.

**СИНТЕЗ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ИЗ ОПАЛ-КРИСТОБАЛИТОВЫХ
БИОМОРФНЫХ ПОРОД. СВОЙСТВА. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ***

**THE SYNTHESIS OF SILICA FROM OPAL – CRISTOBALITE ROCKS
BIOMORPHIC. PROPERTIES. APPLICATION**

В.П. СЕЛЯЕВ, Л.И. КУПРИЯШКИНА, А.А. СЕДОВА, О.В. ЛИЯСКИН

V.P. SELYAEV, L.I. KUPRIYASHKINA, A.A. SEDOVA, O.V. LIYASKIN

(Мордовский государственный национальный исследовательский университет им. Н.П. Огарёва)

(National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev)

E-mail: ntorm80@mail.ru; kupriashkina.liudmila@yandex.ru

Рассмотрено три способа синтеза диоксида кремния из опал-кристобалитовых биоморфных пород. Установлено, что выход аморфного микрокремнезема (опала) зависит: от температуры прокаливания породы перед экспозицией в электролите; температуры и концентрации водного раствора едкого натра; способа осаждения диоксида кремния; длительности экспонирования породы в электролите и соотношения фаз жидкой и твердой (Ж:Т).

Определены методами планирования экстремальных экспериментов оптимальные технологические режимы синтеза опала, обеспечивающие: наибольший выход конечного продукта; высокую химическую чистоту; размерность частиц опала в нанометровом диапазоне.

Covers three methods for the synthesis of silica from opal-cristobalite rocks biomorphic. It was found that the yield of amorphous silica fume (opal) depends on: the temperature of rock calcination before exposure in the electrolyte; the temperature and concentration of an aqueous solution of caustic soda; the method of silicon dioxide deposition; the duration of rock exposure in the electrolyte and the phase ratio of liquid and solid (W:T). The optimal technological regimes of opal synthesis are determined by the methods of planning extreme experiments, which provide: the highest yield of the final product; high chemical purity; the dimension of opal particles in the nanometer range.

Ключевые слова: оксид кремния, диатомит, опал, температура, концентрация, щелочь, фармацевтика, текстиль, строительство, теплоизоляция, бетон.

Keywords: silicon oxide, diatomite, opal, temperature, concentration, alkali, pharmaceuticals, textiles, construction, thermal insulation, concrete.

Диоксид кремния – вещество широкого применения, которое необходимо для при-

готовления биоцидных, огнестойких тканей, особо "чистого" увиолевого стекла,

* Работа выполнена при поддержке РФФИ № 18-48-130001/18 "Оптимизационное моделирование свойств теплоизоляционных функционально-градиентных изделий на основе минеральных порошков оксида кремния, синтезированного из природного диатомита".

высокопрочных бетонов, теплоизоляционных материалов, керамики, огнеупоров, резины, волоконно-оптического кабеля, в пищевой (добавка Е 551), фармацевтической и текстильной промышленности [1...8].

В текстильной промышленности мелкие фракции диоксида кремния применяются для улучшения потребительских и технологических свойств шерстяных волокон. Специфика строения шерстяного волокна способствует фиксации на его поверхности частиц диоксида кремния, при этом снижается усадка и свойлачиваемость шерсти, повышается устойчивость к гниению, действию УФ-излучения и высоких температур [9], [10].

При этом частицы должны иметь нанометровый размер (до 200 нм) и фрактальную поверхность с размерностью около 2,5 [11].

Порошок из частиц диоксида кремния применяется в качестве наполнителя при изготовлении вакуумных изоляционных панелей с ультранизкой теплопроводностью 0,002...0,02 Вт/м °К. Повышение теплозащитных свойств достигается путем формирования развитой поровой структуры на разных масштабных уровнях; применения частиц диоксида кремния с высокой рассеивающей способностью; снижения размера пор. Эти условия выполнимы, если применять порошки из частиц диоксида кремния, размеры которых не выше 200 нм и поверхность отличается высокой неоднородностью и рассеивающей способностью, что соответствует фрактальной размерности более 2,5 [2].

Применение тонкодисперсных порошков микрокремнезема в технологии производства бетона способствует повышению прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и химического сопротивления [12].

Микрокремнезем, введенный в состав бетонной смеси, вступает в химическое взаимодействие с гидратом окиси кальция, способствует созданию на микрометровом масштабном уровне более плотной структуры с порами нанометрового размера.

В работах [1], [2] показано, что синтетический диоксид кремния может служить сырьем для варки "чистых" многокомпонентных стекол, идущих на изготовление

оптических световодов, увиолевых стекол, предназначенных для оболочек бактерицидных и эритемных ламп, источников УФ-облучения.

Даже этот краткий обзор свидетельствует об актуальности проблемы создания технологии производства порошков микрокремнезема, представленного диоксидом кремния, синтезированного из недорогого, доступного, природного сырья, которым являются опал - кристобалитовые биоморфные породы.

Предложено [13], [14] два способа синтеза диоксида кремния из опал-кристобалитовых биоморфных пород. В качестве природного сырья был принят диатомит Атемарского месторождения, который имеет следующий химический состав в % час: SiO_2 - 87.23; Al_2O_3 - 5.15; Fe_2O_3 - 3.41; K_2O - 1.21; TiO_2 - 0.32; MgO - 0.73; SO_3 - 0.03; CaO - 1.75; P_2O_5 - 0.06. Физические свойства: истинная плотность $\gamma_0 = 2200 \text{ кг/м}^3$; насыпная плотность $\gamma = 600 \dots 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; пористость 50...60%; диапазон размерности частиц 360...1500 нм; потеря массы 8,87%.

Первый способ. Диатомитовую породу очищали, измельчали и затем сплавляли со щелочными плавнями ($\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$) при температуре 800°C. Полученный сплав выщелачивали водой и раствором соляной кислоты. Получали золь кремниевой кислоты, из которого методом осаждения выделяли частицы диоксида кремния [13].

Второй способ. Порошок диатомита выдерживали в водном растворе едкого натра при повышенной температуре. Полученный золь кремниевой кислоты коагулировали и раствором соляной кислоты осаждали диоксид кремния [14]. При реализации этих технологий в конечном продукте и техногенных отходах остаются ионы хлора. Поэтому предлагается более экологически чистый третий способ, который отличался от второго тем, что осаждение диоксида кремния производилось раствором азотной кислоты.

Оптимальные технологические режимы синтеза диоксида кремния находились методами планирования экстремальных экспериментов [15].

Математическая модель, описывающая зависимость выходных параметров синтеза (содержание – y_1 , крупность частиц – y_2 диоксида кремния) от входных – концентрации (x_1) и температуры (x_2) электролита, формировалась в виде D – оптимальной матрицы Кифера-Коно. Экспериментально

$$y = v_0 + v_1x_1 + v_2x_2 + v_{12}x_1x_2 + v_{11}x_1^2 + v_{22}x_2^2. \quad (1)$$

Входные параметры (факторы) варьировались на трех уровнях: - 1; 0; +1. При построении матрицы эксперимента варьируемые факторы x_1 и x_2 принимали соответствующие значения: x_1 – концентрация водного раствора NaOH в % – 10; 20; 30; x_2 – температура электролита в °C – 50; 70; 90.

Оценки коэффициентов регрессии по экспериментальным данным определялись в матричной форме:

$$\hat{g}_{ij} = (A_T A)^{-1} A_T y_i, \quad (2)$$

где A – матрица по плану эксперимента; A_T – транспонированная матрица; y_i – экспериментальные значения i-го выходного параметра.

Адекватность модели проверяли по критерию Фишера – F:

$$F = (S_D/\varphi_1)/(S_e/\varphi_2), \quad (3)$$

где S_D и S_e – среднеквадратические отклонения, равные:

$$S_D = \sum_{i=1}^N v(y_i - \bar{y}_i)^2,$$

$$S_e = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{\vartheta} v(y_{ij} - \bar{y}_i)^2,$$

определялись значения y_1 и y_2 в девяти точках n-мерного куба; в вершинах куба, в серединах ребер и в центрах двумерных граней [15].

Математическую модель получали в виде регрессионного уравнения второго порядка:

где N – количество экспериментов; v – количество опытов в экспериментальной точке i; φ_1 и φ_2 – количество степеней свободы.

Синтез диоксида кремния из опал-кристобалитовых биоморфных пород первым способом показал неудовлетворительные результаты, так как выход продукта низкий (до 60%), крупность частиц находилась в микрометровом диапазоне. Второй и третий способы синтеза показали близкие результаты. Выход аморфного кремнезема превышал 80% (табл. 1 – выход аморфного кремнезема из опал - кристобалитовых биоморфных пород в зависимости от концентрации щелочи при температуре 90°C (500°C – температура прокаливания диатомита)); элементный состав незначительно был лучше при втором способе синтеза (табл. 2 – элементный состав порошка аморфного кремнезема, синтезированного из опал - кристобалитовых биоморфных пород (T – температура прокаливания породы)); крупность частиц находилась в нанометровом диапазоне (табл. 3 – крупность частиц диоксида кремния синтезированного из опал-кристобалитовых биоморфных пород (T_щ – температура электролита)).

Т а б л и ц а 1

№ п/п	T, °C	Na OH, %	Диатомит, г	S _i O ₂ n H ₂ O, г	Выход, %	Соотношение Ж:Т
1	Осадитель - HCl					
2	500	10	25,0	11,05	44,2	14:1
3	500	20	25,0	14,31	57,2	14:1
4	500	30	25,0	21,30	85,2	14:1
5	Осадитель - HNO ₃					
6	500	10	25,0	12,1	48,4	14:1
7	500	20	25,0	17,30	69,2	14:1
8	500	30	25,0	21,81	87,2	14:1

Экспериментально установлено, что выход аморфного кремнезема зависит от температуры, концентрации щелочи, соотношения Ж:Т, вида кислоты осаждения. В табл. 1 показано, что наибольший выход

SiO_2 происходит при температуре прокаливания диатомита 500°C , концентрации щелочи 30%, Ж:Т=14:1 и соответствует 85,2% при осаждении HCl и 87,2% – HNO_3 .

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Т, °С	NaOH, %	Элементный состав, %							
			SiO_2	H_2O	Cl	P_2O_5	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	TiO_2
Осадитель - HCl										
1	400	20	99,23	-	0,01	0,129	0,0757	0,157	0,0858	0,0088
2	600	20	99,32	-	0,02	0,109	0,132	0,141	0,0313	0,0095
3	500	10	99,39	-	0,093	0,169	0,053	0,035	0,011	0,009
4	500	20	99,02	-	0,154	0,099	0,027	0,242	0,011	0,016
5	500	30	98,28	-	0,019	0,112	0,052	0,834	0,038	0,034
Осадитель - HNO ₃										
6	500	10	99,13	0,48	-	0,134	0,037	-	0,011	0,007
7	500	20	97,13	1,14	-	0,175	0,181	0,567	0,024	0,015
8	500	30	95,36	2,05	-	0,176	0,426	1,84	0,025	0,037

Наиболее чистый оксид кремния получен при температуре прокаливания 500°C и концентрации щелочи 10%. Наличие оксида титана явление положительное, так

как TiO_2 увеличивает каталитическое действие SiO_2 и снижает влияние лучистого механизма переноса тепла.

Т а б л и ц а 3

№ п/п	Режим синтеза		Размеры частиц, μm			Наибольшее содержание частиц крупностью μm
	Na OH, %	$T_{\text{ш}}, ^\circ\text{C}$	max	min	median	
1	10	50	0,187	0,087	0,111	0,121(28%)
2	20	50	0,404	0,260	0,319	0,325(327%)
3	30	50	0,701	0,325	0,439	0,451(25%)

Очевидно, синтезу частиц нанометровой размерности соответствуют технологические режимы: концентрации щелочи 10% и температура 50°C .

Реализация D – оптимального плана Кифера-Коно позволила после обработки экспериментальных данных получить уравнения регрессии, устанавливающие зависимость содержания (y_1) и крупности (y_2) час-

тиц диоксид кремния от концентрации (x_1) и температуры электролита (x_2) при синтезе аморфного микрокремнезема из опал-кристобалитовых биоморфных пород. Регрессионные уравнения имеют вид (табл. 4 – уравнения регрессии и статистические оценки адекватности полученных зависимостей).

Т а б л и ц а 4

N п/п	Значения i, j	0	1	2	12	11	22	\hat{F}	$F_{\text{кр}}$
1	σ_{ij}	σ_0	σ_1	σ_2	σ_{12}	σ_{11}	σ_{22}	-	-
2	x_{ij}	1	x_1	x_2	x_1x_2	x_1^2	x_2^2	-	-
3	y_1	88,3	-11,6	-1,5	8,9	-3,3	-13	1,7	27,34
4	y_2	0,26	0,02	0,01	-0,08	-0,02	-0,035	5,9	27,34

Проверка адекватности уравнений регрессии y_i из условия Фишера $\hat{F} < F_{\text{кр}} \varphi_1 =$

$= 3; \varphi_2 = 9) = 27,34$ не противоречит предположению о достоверности модели.

Графическая интерпретация уравнений y_i представлена на рис. 1 (содержание оксида кремния при разных режимах обработки y_1) и рис. 2 (зависимость содержания

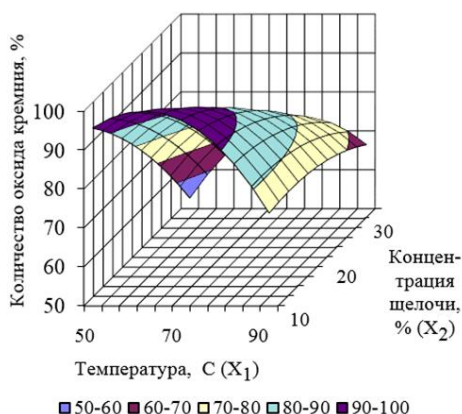


Рис. 1

При исследовании свойств синтезированного микрокремнезема применялись методы: инфракрасной спектроскопии (Инфралюм ФТ-02) для определения содержания диоксида кремния, структуры поверхности частиц микро- и наноразмерного уровня; термогравиметрический анализатор (ТГЛ/SDTA851e) для изучения скорости изменения массы, температуры вещества во времени; рентгенофазовый анализ (DRON-6) для определения фазового состава вещества; лазерной вспышки (LFA-427) для определения теплопроводности вещества. Методики испытаний изложены в работе [2].

ВЫВОДЫ

1. Выход аморфного микрокремнезема (опала) зависит: от температуры прокаливания породы перед экспозицией в электролите; температуры и концентрации водного раствора едкого натра; способа осаждения диоксида кремния; длительности экспонирования породы в электролите и соотношения фаз жидкой и твердой (Ж:Т).

2. Для синтеза диоксида кремния, представленного минералом опал, можно рекомендовать нижеследующий технологический режим синтеза: температура прокаливания 500°C , концентрация и температура электролита соответственно 10% и 50°C ;

оксида кремния от концентрации (x_2) и температуры (x_1) водного раствора едкого натра).

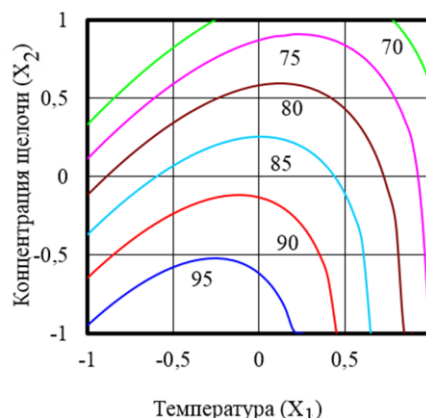


Рис. 2

длительность экспонирования 2 часа, соотношение Ж:Т – 14:1, осаждение производить раствором азотной кислоты.

3. Проведение синтеза диоксида кремния с учетом рекомендованных технологических режимов дает возможность обеспечить: выход SiO_2 – до 87%; крупность частиц (опала) диоксида кремния 87...187 нм; содержание диоксида кремния выше 99%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Седова А.А., Сивко А.П., Осипов А.К., Селяев В.П., Куприяшукина Л.И. Синтетический аморфный микрокремнезем – как сырье для варки "чистых" и увиолевых многокомпонентных стекол // Сб. докл. Девятой международной конференции. Стеклопрогресс-XXI. – Саратов, 2018. С. 2...10.
2. Селяев В.П., Неверов В.А., Осипов А.К. и др. Теплоизоляционные материалы и изделия на основе вакуумированных дисперсных порошков микрокремнезема и диатомита. – Саранск: Изд-во. Мордов. ун-та, 2013.
3. Воронков М.Г., Зельчан Г.И., Лукевиц Э.Я. Кремний и жизнь. Биохимия, фармакология и токсикология соединений кремния. – Рига: Зинатне, 1978.
4. Ahmaruzzaman M., Gupta V.K. Rice husk and its ash as low-cost adsorbents in water and wastewater treatment // Industrial and engineering chemistry research. – 2011, №50. P. 13598...13613.
5. Неймарк И.Е., Шейфайн Р.Ю. Силикагель, его получение, свойства и применение. – Киев: Наукова думка, 1973.
6. Медицинская химия и применение диоксида кремния / Под ред. А.А. Чуйко. – Киев: Наукова думка, 2003.

7. Горчаков В.Д., Сергиенко В.И., Владимиров В.Г. Селективные гемосорбенты. – М.: Медицина, 1989.

8. Tsai W.T., Hsien K.J., Yang J.M. Silica adsorbent prepared from spent diatomaceous earth and its application to removal of dye from aqueous solution // Journal of Colloid and Interface Science. – V. 275, № 2, 2004. P. 428...433.

9. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Селяев В.П. Полиструктурная теория композиционных строительных материалов. – Ташкент: ФАН, 1991.

10. Пат.2526454 Российская Федерация, МПК С 01 В 33/18. Способ получения тонкодисперсного аморфного микрокремнезема / В.П. Селяев, А.К. Осипов, А.А. Седова, Л.И. Куприяшкина; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева". – №2013104054/05; заявл. 30.01.13; опублик. 20.08.14, Бюл. № 23. – 7 с.

11. Пат. N2625114. Способ получения тонкодисперсного аморфного микрокремнезема золь-гель методом: патентообладатель ФГБОУ ВПО "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева" - N 2016115956; опублик. 11.07.2017, Бюл. N20. – 9с.

12. Селяев В.П., Седова А.А., Куприяшкина Л.И., Осипов А.К. Оптимизация технологических режимов получения золь-гель методом высокочистого микрокремнезема с частицами наноразмерного уровня // Изв. вузов. Строительство. – 2018, №2. С.5...13.

REFERENCES

1. Sedova A.A., Sivko A.P., Osipov A.K., Selyaev V.P., Kupriyashkina L.I. Sinteticheskiy amorfnuy mikro-kremnezem – kak syr'e dlya varki "chistyykh" i uviolevyykh mnogokomponentnykh stekol // Sb. dokl. Devyatoy mezhdunarodnoy konferentsii. Stekloprogress-XXI. – Saratov, 2018. S. 2...10.

2. Selyaev V.P., Neverov V.A., Osipov A.K. i dr. Teploizolyatsionnyye materialy i izdeliya na osnove vakuumirovannykh dispersnykh poroshkov mikro-kremnezema i diatomita. – Saransk: Izd-vo. Mordov. un-ta, 2013.

3. Voronkov M.G., Zel'chan G.I., Lukevits E.Ya. Kremniy i zhizn'. Biokhimiya, farmakologiya i

toksikologiya soedineniy kremniya. – Riga: Zinatne, 1978.

4. Ahmaruzzaman M., Gupta V.K. Rice husk and its ash as low-cost adsorbents in water and wastewater treatment // Industrial and engineering chemistry research. – 2011, №50. P. 13598...13613.

5. Neymark I.E., Sheyfayn R.Yu. Silikagel', ego poluchenie, svoystva i primenenie. – Kiev: Naukova dumka, 1973.

6. Meditsinskaya khimiya i primenenie dioksida kremniya / Pod red. A.A. Chuyko. – Kiev: Naukova dumka, 2003.

7. Gorchakov V.D., Sergienko V.I., Vladimirov V.G. Selektivnyye gemosorbenty. – М.: Meditsina, 1989.

8. Tsai W.T., Hsien K.J., Yang J.M. Silica adsorbent prepared from spent diatomaceous earth and its application to removal of dye from aqueous solution // Journal of Colloid and Interface Science. – V. 275, № 2, 2004. P. 428...433.

9. Solomatov V.I., Vyrovoy V.N., Selyaev V.P. Polistrukturная теория композиционных строительных материалов. – Ташкент: ФАН, 1991.

10. Пат.2526454 Rossiyskaya Federatsiya, MPK S 01 В 33/18. Sposob polucheniya tonkodispersnogo amorfnogo mikro-kremnezema / V.P. Selyaev, A.K. Osipov, A.A. Sedova, L.I. Kupriyashkina; patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Mordovskiy gosudarstvennyy universitet im. N.P. Ogareva". – №2013104054/05; заявл. 30.01.13; опублик. 20.08.14, Бюл. № 23. – 7 с.

11. Пат. N2625114. Sposob polucheniya tonkodispersnogo amorfnogo mikro-kremnezema zol'-gel' metodom: patentoobladatel' FGBOU VPO "Mordovskiy gosudarstvennyy universitet im. N.P. Ogareva" - N 2016115956; опублик. 11.07.2017, Бюл. N20. – 9с.

12. Selyaev V.P., Sedova A.A., Kupriyashkina L.I., Osipov A.K. Optimizatsiya tekhnologicheskikh rezhimov polucheniya zol'-gel' metodom vysokochistogo mikro-kremnezema s chastitsami nanorazmernogo urovnya // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. – 2018, №2. С.5...13.

Рекомендована кафедрой строительных конструкций архитектурно-строительного факультета. Поступила 27.03.20.

СПОСОБ КОЛОРИРОВАНИЯ ШУБНОЙ ОВЧИНЫ РАСТИТЕЛЬНОМ КРАСИТЕЛЕМ ЗВЕРОБОЯ

METHOD FOR COLORING SHEBODY FUR COAT WITH VEGETABLE DYE OF ST. JOHN'S WORT

Ф.Ш. АЗИМОВА, Н.А. ШАГИНА

F.SH. AZIMOVA, N.A. SHAGINA

(Дагестанский государственный технический университет)

(Daghestan State Technical University)

E-mail: shagina42@yandex.ru

В статье рассмотрен способ колорирования шубной овчины растительным красителем зверобоя продырявленного. Показано влияние протравы на процесс колорирования, проведен спектральный анализ указанного красителя.

The article describes a method of coloring fur sheep with a plant dye of St. John's wort. The effect of the etching on the colorization process is shown, spectral analysis of said dye is carried out.

Ключевые слова: зверобой продырявленный, колорирование овчины, красильные растворы.

Keywords: St. John's wort perforated, colouring sheep, dyeing solutions.

Посещая музеи, мы любуемся старинными текстильными изделиями, окрашенными в цветные тона с нежными и сочными цветовыми оттенками, сохранившими эту окраску до наших дней благодаря своей высокой устойчивости. Эти окраски получены с применением растительных красителей. Несмотря на то, что химия синтетических красителей достигла больших успехов в области получения красителей разнообразных цветов, растительные красители имеют и будут иметь громадное значение в тех видах производства, где синтетические красители не могут их заменить, так как не обладают соответствующими свойствами. Указанные выше обстоятельства ставят проблему дальнейшего изучения растительных красителей, разработки обоснованной технологии их использования.

Постановка задачи.

В работе ставятся следующие задачи:

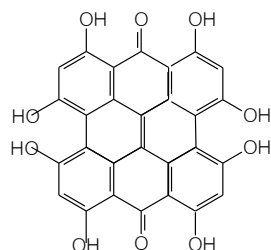
- исследование химического состава растительного красителя зверобоя продырявленного;
- спектрофотометрический анализ водной вытяжки зверобоя;
- разработка способа колорирования шубной овчины растительным красителем зверобоя.

Целью настоящей работы является изучение возможности применения в качестве источника красящих веществ растений Республики Дагестан, в частности зверобоя продырявленного.

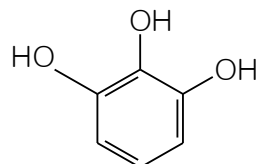
Методы испытаний.

Зверобой продырявленный, или обыкновенный – *Hypericum perforatum* L., семейства зверобойных – многолетнее травянистое растение.

По химическому составу трава (листья и стебли) содержит около 10...12% дубильных веществ – производных преимущественно пирокатехина, желтое красящее вещество – гиперин, псевдогиперин и гиперфорин, которые обладают наиболее выраженной биологической активностью [1], [2].



гиперин



пирогаллол

(1)

Экспериментально были изучены спектральные характеристики растительного красителя зверобоя. На рис. 1 приведена кривая поглощения водного раствора красителя зверобоя в диапазоне 190...850 нм.



Рис. 1

На кривой наблюдается несколько пиков максимального поглощения в диапазоне волн 500...600 нм. Положение максимумов зависит от строения молекулы красителя. В зверобое содержится гиперин – 4, 5, 7, 4, 5, 7 – гексаокси – 2,2 – диметилмезонафтодиантрон. Он относится к конденсированным производным антрахинона, обладает сильно выраженным фотодинамическим эффектом. Кроме гиперина в траве содержится второй пигмент – псевдогиперин. Содержание этих соединений гиперина в траве составляет 0,1...0,4% [3].

Поглощение вещества в ближнем ультрафиолете и в видимой области возможно

Из флавоноидов в траве присутствуют кемферол, кверцетин, кверцитрин, рутин, из простых фенолов – пирогаллол, эфирное масло, смолистые вещества, сапонины, холин и другие.

связано с возбуждением $\pi \rightarrow \pi^*$ или $n \rightarrow \pi^*$ переходов. Красители, входящие в состав зверобоя, содержат сопряженный $-C=O$ хромофор и $-O-CH_3$ хромофор. Наличие $-C=O$ позволяет красителю поглощаться в более длинноволновой области.

Из литературных источников известно, что краситель из травы зверобоя без протравы дает желтые и зеленые цвета при окрашивании [4]. В случае использования различных протрав и изменения среды крашения зверобой даст целый набор цветов, включая желтовато-коричневый, табачный, горчичный цвета, что подтверждается разработанной нами технологией колорирования шубной овчины.

Целью технологии колорирования является получение более экологичного процесса. Образцы шубной овчины прошли все процессы предварительной подготовки шерстяного волокна к крашению. Для колорирования используется водный экстракт (вытяжка) листьев и стеблей растений. Водную вытяжку проводят в простой воде из высушенного сырья, которое предварительно измельчается. Полученное сырье подвергается экстракции в эмалированной или стеклянной посуде в нейтральной, кислой или щелочной средах. Схема возможного технологического процесса колорирования шубной овчины растительным красителем зверобоя представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Компоненты красильной ванны	Среда крашения	Способ протравливания	Количество реагентов на 1кг пряжи	Получаемый цвет
Водный экстракт зверобоя Бихромат калия Ацетатный буфер Сульфат натрия	слабокислая (pH = 5-6)	предварительное	10 л 50 г 250мл 50 г	желтовато-коричневый
Водный экстракт зверобоя Гидроксид натрия AlCl ₃ Сульфат натрия	слабощелочная (pH = 8-9)	последующее	10 л 250 мл 50 г 50 г	табачный
Водный экстракт зверобоя Ацетатный буфер Алюмокалиевые квасцы	слабокислая	предварительное	10 л 250 мл 50 г	горчичный
Водный экстракт зверобоя Железоаммонийные квасцы Сульфат натрия Уксусная кислота	слабокислая	последующее	10 л 100 г 50 г 250 мл	болотный

Колорирование шубной овчины начинаем при температуре 30...40°C и постепенно доводим до 90°C. Такой режим необходим для предотвращения деструкции шерстяного волокна и получения равномерной окраски. Время колорирования 45...60 мин, концентрация водного экстракта красителя - 70г красильного сырья

экстрагируем до 1 л. Данные таблицы свидетельствуют о том, что природные красящие вещества, содержащиеся в растениях, способны окрашивать шерстяное волокно в нужные цвета путем подбора протравы и создания необходимой среды в процессе колорирования.

Т а б л и ц а 2

Состав красильной ванны	L	T	S
Отвар зверобоя Алюмокалиевые квасцы Ацетатный буфер	69,52	32,66	93,73
Отвар зверобоя AlCl ₃ , NaOH	20,74	19,06	276,16
Отвар зверобоя AlCl ₃ , CH ₃ COOH	19,90	15,69	284,82

Цветовые характеристики полученных цветов были сняты на приборе Datascolor. В табл. 2 приведены в качестве примера цветовые характеристики шерстяного волокна при колорировании растительным красителем зверобоя по алюминиевой протраве в слабокислой и слабощелочной среде.

Из данных табл. 2 следует, что светлота (L) цвета выше у образца, окрашенного с применением алюмокалиевых квасцов, а насыщенность (S) ниже, чем у образцов, окрашенных с применением AlCl₃ и цветовой тон (T) смещается в сторону более темных цветов.

Результаты эксперимента и их обсуждение.

При колорировании шубной овчины растительным красителем зверобоя по алю-

миниевой протраве можно получить различные цвета, меняя протраву и среду крашения.

Как видно из спектра водной вытяжки зверобоя, наибольшее количество пиков соответствует промежутку 500...600 нм, что соответствует полученным цветам.

ВЫВОДЫ

1. Разработана технология колорирования шубной овчины растительным красителем зверобоя продырявленного.
2. Проведен анализ влияния минеральных протрав и среды крашения на крашение шубной овчины растительным красителем. Исследования показали, что на цвет и оттенок большое влияние оказывают не

только вид протравы, но и среда крашения, в зависимости от чего могут образовываться комплексные соединения различного строения.

3. Проведен спектрофотометрический анализ растительного красителя зверобоя, в результате чего выяснено, что "предпочтительные" цвета при окрашивании им шерстяного волокна – горчичный, табачный и желто-коричневые цвета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая энциклопедия народной медицины / Под ред. Непокойчицкого Г.А. – М.: Олма-пресс, 2009.

2. Алексеев Б.Д., Расулов М.М. Заготовка и охрана лекарственных растений Дагестана. – Махачкала: Даг. кн. изд-во, 2003.

3. Ломаченко Н.В. Накопление фенольных соединений растениями *Hypericum perforatum* L. в эколого-ценотических градиентах: Дис. ... канд. биол. наук. – Уфа, 1999.

4. Азимова. Ф.Ш., Шагина Н.А. Влияние минеральных протрав на процесс крашения шубной ов-

чины растительным красителем кермека // Кожевенно-обувная промышленность. – 2009, № 4. С.33...34.

REFERENCES

1. Bol'shaya entsiklopediya narodnoy meditsiny / Pod red. Nepokoychitskogo G.A. – M.: Olma-press, 2009.

2. Alekseev B.D., Rasulov M.M. Zagotovka i okhrana lekarstvennykh rasteniy Dagestana. – Makhachkala: Dag. kn. izd-vo, 2003.

3. Lomachenko N.V. Nakoplenie fenol'nykh soedineniy rasteniyami *Hypericum perforatum* L. v ekologo-tsenoticheskikh gradientakh: Dis. ... kand. biol. nauk. – Ufa, 1999.

4. Azimova. F.Sh., Shagina N.A. Vliyanie mineral'nykh protrav na protsess krasheniya shubnoy ovchiny rastitel'nym krasitelem kermeka // Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost'. – 2009, № 4. S.33...34.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 19.02.20.

УДК 685.34

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_163

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ОБУВИ

DESIGNING AND SYSTEMATIZING TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF ORTHOPEDIC SHOES

*Ю.Б. ГОЛУБЕВА, И.К. ГОРЕЛОВА, Е.И. СКИРМОНТ, Е.Л. ЗИМИНА, Н.В. МАРУСИН,
С.В. КАРАПЕТЯН, К.К. ЩЕРБИНА*

*YU.B. GOLUBEVA, I.K. GORELOVA, E.I. SKIRMONT, E.L. ZIMINA, N.V. MARUSIN,
N.V. KARAPETYAN, K.K. SHCHERBINA*

(Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им Г.А. Альбрехта
Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации)

(Federal Scientific Center of the Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht
Ministry of Labour and Social Affairs Protection of the Russian Federation)

E-mail: 812golub@mail.ru

Выполнена оценка парка ортопедических колодок, а также рассмотрены перспективы его развития с учетом современных тенденций. В результате проведенной работы отмечено неудовлетворительное состояние обувной оснастки для производства ортопедической обуви, что негативно влияет и отражается на ее качестве.

Анализ полученных сведений позволил создать и систематизировать цифровую базу данных используемых колодок и сформулировать рекомендации по пересмотру и дополнению номенклатуры ортопедических колодок при наиболее часто встречающихся деформациях стоп. Проведенная работа по анализу и систематизации базы ортопедических колодок будет способствовать восстановлению утраченного потенциала в обувной отрасли.

This article is devoted to assessing the state of the park of orthopedic lasts, as well as an overview of current development prospects taking into account current trends. As a result of the studies, it was found that currently there is insufficient control over the functional characteristics of shoe products, this negatively affects and affects the quality of the finished shoe. The analysis of the information obtained made it possible to systematize the database on the use of existing orthopedic lasts and formulate recommendations on the need to develop orthopedic lasts for the most common deformations of the feet. Work on the analysis, systematization and formation of the base of orthopedic lasts will help restore lost potential.

Ключевые слова: ортопедическая колодка, ортопедическая обувь, база данных.

Keywords: orthopedic last, orthopedic shoes, database.

Проблема производства качественной ортопедической обуви, соответствующей медицинскому назначению и техническим требованиям, на протяжении многих лет остается актуальной. Так, обеспечение инвалидов сложной ортопедической обувью за счет средств федерального бюджета, по данным Росстата, с 2009 по 2018 гг. возросло с 609579 до 859027 единиц (30 %), при этом 13 % инвалидов отмечают неудовлетворительное качество или непригодность использования технических средств реабилитации, в том числе и обуви [1].

Функциональные свойства ортопедической обуви определяются, в первую очередь, конструкцией и параметрами ортопедической колодки – основного вида технологической оснастки. Такая колодка предназначена для производства ортопедической обуви на определенную деформацию стопы и должна отражать внешнее строение стопы в положении возможной коррекции.

В настоящее время отсутствует номенклатура ортопедических колодок, включающая весь спектр их типоразмерных рядов с учетом половозрастных признаков, сезонного назначения и вида деформации стопы.

В свою очередь, конструкция и параметры используемых колодок часто не соответствуют медико-техническим требованиям, предъявляемым к ортопедическим изделиям, назначаемым при определенных деформациях.

Цель работы: анализ, систематизация и формирование колодочного парка для изготовления ортопедической обуви.

Ортопедические колодки, как указано в ГОСТ Р 53800–2010 "Колодки обувные ортопедические. Общие технические условия" [2], в зависимости от медицинского назначения обуви, подразделяют на колодки для обуви при плоской, полый, плоско-вальгусной, эквино-варусной стопе, тяжелых формах плоскостопия, распластанности переднего отдела стопы, укорочении нижней конечности, паралитической стопе, в том числе при последствиях детского церебрального паралича, искусственной стопе протеза нижней конечности, стопе с ортопедическим аппаратом.

Каждая колодка имеет определенные параметры, регламентированные ГОСТ 3927 "Колодки обувные" [3]. Нормируемыми размерами колодок являются длина

следа, ширина в сечениях 0,07; 0,18; 0,68; 0,90, а также обхват в сечениях 0,55 и 0,68/0,72 от длины стопы.

По конструкции ортопедические колодки подразделяются на колодки:

- с профилированным рельефом следа, разработанные с учетом параметров среднетипичной стопы однородной по диагнозу (деформации) группы людей;

- с плоским следом, объемные параметры которых увеличены на вместимость межстелечного слоя (ортопедической стельки);

- берцовые, копирующие строение стопы и нижней трети голени.

Оценка парка ортопедических колодок проводилась по программе испытаний, разработанной с целью:

- определения соответствия полноростовочного ассортимента колодок перечню деформаций стоп, указанному в ГОСТ Р 54407–2011 "Обувь ортопедическая. Общие технические условия" [4];

- принятия решения о целесообразности внесения изменений в параметры или конструкцию колодок;

- подготовки предложений для создания отсутствующих в номенклатуре типоразмерных рядов ортопедических колодок.

Программа испытаний колодок включала:

- получение математической модели и введение ее в компьютерную среду;

- построение цифровых продольно-вер-

- тикального (профиля) и поперечных (базовых) сечений 0,18L; 0,68L; 0,55L; 0,68/0,72L (L – длина стопы);

- определение основных параметров колодки, представленных в ГОСТ 3927, а также дополнительных характеристик, влияющих на биомеханические параметры ходьбы пациента в обуви, изготовленной по данной колодке: приподнятость носочной и пяточной частей; местоположение наиболее выступающей точки пяточного контура колодки [3].

Методика проведения испытаний заключалась в сравнительном анализе соответствия основных параметров колодок нормативам и требованиям, указанным в ГОСТ 3927 [3].

Объектом испытания являлись ортопедические колодки, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 53800 [2].

При проведении испытаний использовалось следующее оборудование: сканер inFoot 3D, программное обеспечение inFoot (получение математической модели колодок); программное обеспечение Delcam LastMaker, Autodesk Fusion 360, FootMill для Rhinoceros, Autodesk Powershape (получение цифровых шаблонов сечений колодок).

Место проведения испытаний – Санкт-Петербургская фабрика ортопедической обуви (Филиал ФГУП "Московское ПрОП" Минтруда России).

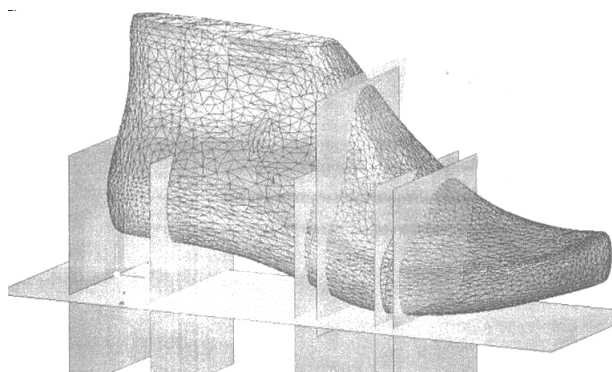


Рис. 1

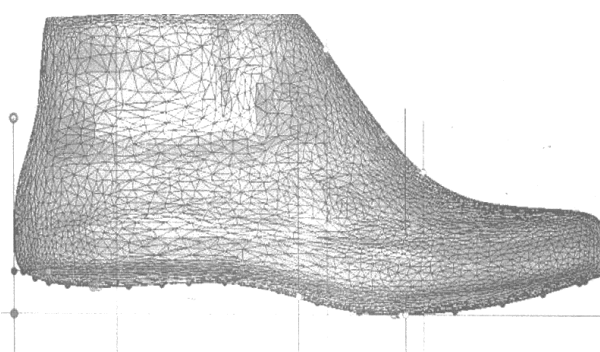


Рис. 2

В процессе проведения испытаний для проверки параметров колодки в компью-

терной среде были построены поперечно-вертикальные и продольно-вертикальные

сечения, представленные на рис. 1 (поперечно-вертикальные сечения цифровой модели колодки) и рис. 2 (продольно-вертикальное сечение цифровой модели колодки).

По маркировке и шаблонам сечений определялись основные характеристики и линейные параметры колодки: половозрастная группа, полнота, приподнятость носочной части в точке нормального припуска, приподнятость пяточной части колодки (высота каблука), местоположение наиболее выступающей точки пяточного контура колодки.

Оценка парка ортопедических колодок продемонстрировала, что разброс линейных показателей находится в допустимых пределах, так как в целом сохраняется соотношение объемных параметров в сечениях 0,55L; 0,68/0,72L и широтных значений в сечениях 0,18L; 0,68L. Отклонение линейных параметров ширины следа в сечениях 0,18L и 0,68L от значений ГОСТ составило

порядка 15%, однако соотношение параметров в обхватах 0,55L и 0,68/0,72L вполне сопоставимо с величинами, определяемыми в ГОСТ. Исследование продольно-вертикальных сечений ортопедических колодок показало, что отклонения приподнятости пяточной части – в пределах нормы.

Анализ полученных сведений позволил оценить и систематизировать базу данных колодок, применяемых при изготовлении ортопедической обуви. Прделанная работа позволила сформулировать рекомендации по подбору ортопедических колодок при различных деформациях стоп, а также рекомендации о необходимости разработки новых видов ортопедических колодок, представленные в табл. 1 (рекомендации по подбору ортопедических колодок при различных деформациях стоп) и табл. 2 (рекомендации по разработке ортопедических колодок для детей).

Т а б л и ц а 1

Деформации стоп	Конструкции и обозначения ортопедических колодок									
	С профилированным рельефом следа			С плоским следом			Берцовая			
	Мужские	Женские	Детские	Мужские	Женские	Детские	Мужские	Женские	Детские	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Продольное плоскостопие	871, 873, 880, 866, 1051, 5088, 3598	305, 313, 345, 861	368, 576, 609, 358, 359, 434, 600, 349, 970, 968	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка
Вальгусная, плоско-вальгусная стопа	Требуется разработка	Требуется разработка	344	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	
Распластанность переднего отдела стопы, комбинированное плоскостопие, деформации пальцев	870	323, 324, 325, 326, 997	Не требуется разработка	Требуется разработка	323-2, 324-2, 325-2, 326-2	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	
Варусная, половарусная стопа	Требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	

Полая стопа	879	864	Требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка
Пяточная стопа	Требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка
Эквинусная стопа	Требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка
Эквино-варусная стопа	Требуется разработка	Требуется разработка	381, 383	Не требуется разработка	Не требуется разработка	382	Требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка
Укорочение нижней конечности	872, 874, 882, 330, 331	306, 307, 348, 349, 315	371, 372, 366, 367, 342	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка	Требуется разработка
Отвисающая, паралитическая стопа, последствия ДЦП	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	873, 318,	309, 346	601, 602, 603
Диабетическая стопа	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	911, Диабет-орт	910, 812-орт	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка
Применение ортопедических аппаратов	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка	878, 993	312, 347	357, 369, 364, 981	Не требуется разработка	Не требуется разработка	Не требуется разработка
Применение протезов	Не требуется разработка. Применяются любые колодки при условии соответствия высоты приподнятой пяточной части колодки и стопы протеза								
Лимфостаз, акромегалия, культы стоп, отсутствие обеих верхних конечностей	Не требуется разработка. Применяются любые колодки при условии соответствия параметрам стопы пациента.								

Т а б л и ц а 2

Половозрастные группы	Виды деформации, на которые необходимо разработать колодки
1 – для детей ясельного возраста	Вальгусная, плоско-вальгусная, плоская стопа, последствия ДЦП, на стопу с аппаратом
2 – малодетская	Вальгусная стопа, последствия ДЦП, укорочение нижней конечности, косолапость, на стопу с аппаратом
3 – дошкольная	Вальгусная, плоско-вальгусная стопа, косолапость последствия ДЦП, на стопу с аппаратом
4 – для школьников- девочек	Вальгусная, плоско-вальгусная стопа, косолапость последствия ДЦП, на стопу с аппаратом
5 – для школьников- мальчиков	Вальгусная, плоско-вальгусная стопа, косолапость последствия ДЦП, на стопу с аппаратом
6 – девичья	Вальгусная, плоско-вальгусная стопа, последствия ДЦП, на стопу с аппаратом
7 – мальчиковая	Вальгусная, плоско-вальгусная стопа, последствия ДЦП, на стопу с аппаратом

ВЫВОДЫ

Особое внимание необходимо обратить на то положение, что при разработке новых видов ортопедических колодок, в том числе детских, градирование – серийное размножение колодки среднего размера в пределах типоразмерного ряда – следует проводить в рамках одной половозрастной группы.

Представленные результаты испытаний касаются только ортопедических колодок, разработанных в 1980-1990 гг. и выпускаемых специализированным заводом металлических и пластмассовых изделий (г.Уфа), входящим в систему протезно-ортопедических предприятий.

Между тем практика показывает, что при изготовлении сложной ортопедической обуви широко применяются и стандартные колодки, которые подгоняются по размерам стопы конкретного пациента (пользователя). При этом следует отметить, что данные колодки не учитывают анатомо-функциональные особенности деформированных стоп или возможности применения в обуви специальных ортопедических деталей (межстелечных слоев, жестких берцов и т.д.). Нередко применяемые стандартные колодки не соответствуют требованиям ГОСТ 3927, в них нарушены соотношения, пропорциональные соотношения длины, ширины и объема, характерные для конкретных половозрастных групп. Например, колодки для женщин тиражируются для мужской половозрастной группы, размерные ряды продлеваются за пределы соответствующей половозрастной группы.

В настоящее время Уфимский завод упразднен, поэтому производители ортопедической обуви вынуждены пользоваться услугами предприятий, не имеющих компетенций в области ортопедических изделий.

Проводимые в Центре экспертные работы по оценке качества ортопедической обуви (104 пары) показали, что во многих случаях (более 50%) термин "ортопедическая" становится брендом и является лишь маркетинговым ходом, так как ни по параметрам, ни по конструкции такая обувь не соответствует медико-техническим требованиям [4], [5].

Таким образом, сложившаяся ситуация на протезно-ортопедических предприятиях и фабриках ортопедической обуви, в части подготовки производства, а именно изготовления оснастки (колодок), требует принятия конкретных мер. Несоввершенство парка ортопедических колодок по функциональному, видовому и сезонному ассортименту приводит к значительному ухудшению качества ортопедической обуви и, как следствие, снижению реабилитационного эффекта от ее применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт Росстата (Ссылка активна на 20.09.2019) [The website of Rosstat (in Russ)] <http://rosstatistika.ru/>
2. ГОСТ Р 53800–2010. Колодки обувные ортопедические. Общие технические условия Ссылка активна на 30.09.2019 [GOST R 53800-2010. Orthopedic shoe lasts. General specifications (In Russ.)] <http://docs.cntd.ru/document/1200087722>
3. ГОСТ 3927–88. Колодки обувные. Общие технические условия Ссылка активна на 30.09.2019 [GOST 3927-88. Shoe lasts. General specifications (In Russ.)] <http://docs.cntd.ru/document/1200019187>
4. Скирмонт Е.И., Зими́на Е.Л., Голубева Ю.Б., Горелова И.К., Волкова В.М., Карапетян С.В. Результаты исследования детской ортопедической обуви, поставляемой в торговую сеть // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2018. Т. 6. № 4. С. 84...91.
5. Голубева Ю.Б., Горелова И.К., Скирмонт Е.И., Зими́на Е.Л., Волкова В.М. Оценка функциональных свойств ортопедической обуви как этап ассистивной технологии ортопедического обеспечения // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2018, № 4. С. 103...107.

REFERENCES

1. Sayt Rosstata (Ssylka aktivna na 20.09.2019) [The website of Rosstat (in Russ)] <http://rosstatistika.ru/>
2. GOST R 53800-2010. Kolodki obuvnyye ortopedicheskie. Obshchie tekhnicheskie usloviya Ssylka aktivna na 30.09.2019 [GOST R 53800-2010. Orthopedic shoe lasts. General specifications (In Russ.)] <http://docs.cntd.ru/document/1200087722>
3. GOST 3927-88. Kolodki obuvnyye. Obshchie tekhnicheskie usloviya Ssylka aktivna na 30.09.2019 [GOST 3927-88. Shoe lasts. General specifications (In Russ.)] <http://docs.cntd.ru/document/1200019187>
6. Skirmont E.I., Zimina E.L., Golubeva Yu.B., Gorelova I.K., Volkova V.M., Karapetyan S.V. Rezultaty issledovaniya detskoj ortopedicheskoy obuvi,

postavlyaemoy v trgovuyu set' // Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta. – 2018. T. 6. № 4. S. 84...91.

Golubeva Yu.B., Gorelova I.K., Skirmont E.I., Zimina E.L., Volkova V.M. Otsenka funktsional'nykh svoystv ortopedicheskoy obuvi kak etap assistivnoy tekhnologii ortopedicheskogo obespecheniya // Izv.

vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2018, № 4. S. 103...107.

Рекомендована заседанием ПК №2. Поступила 09.04.21.

УДК 64.013.12

DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_169

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ОБЩЕСТВЕННЫМ ДИСЦИПЛИНАМ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

PROJECT ACTIVITY OF THE EDUCATIONAL PROCESS FOR PUBLIC DISCIPLINES AT A TECHNICAL UNIVERSITY

И.Н. КУЛЕШОВА, Е.В. СКРЯБИНА

I.N. KULESHOVA, E.V. SKRYABINA

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: k fil@ivgpu.com

На основании эмпирических данных, полученных в ходе лонгитюдного эксперимента, проведенного на базе кафедры философии и социально-гуманитарных дисциплин ИВГПУ, анализируется эффективность внедрения проектных методик обучения в учебно-образовательный процесс технического вуза. На примере преподавания дисциплины "История" (контрольные тестовые срезы, студенческие проекты: "Текстильные династии Ивановской области", к "100 - летию Великой Октябрьской революции", Юбилею В.С. Высоцкого и т.д.), выявляется недостаточная эффективность традиционных образовательных технологий, показывается взаимосвязь проектных методов и образовательных стандартов третьего поколения, устанавливается роль проектной деятельности в стимулировании мотивационной и личной заинтересованности обучающихся в приобретении знаний, развитии креативности и самостоятельности мышления, формировании навыков саморазвития и самообучения. Подчеркивается взаимосвязь проектной деятельности с формированием активной жизненной позиции неравнодушного исследователя - гражданина.

Based on empirical data obtained during a longitudinal experiment conducted at the Department of philosophy and social and humanitarian disciplines of IVSPU, the effectiveness of implementing project teaching methods in the educational process of a technical University is analyzed. On the example of teaching the discipline history (control test sections, student projects: "Textile dynasties of the Ivanovo region", to the "100th anniversary of the great October revolution", anniversary of V. S. The article reveals the insufficient effectiveness of traditional educational technologies, shows the relationship between project methods and educational standards

of the third generation, establishes the role of project activities in stimulating the motivational and personal interest of students in acquiring knowledge, developing creativity and independent thinking, forming skills of self-development and self-learning. The author emphasizes the relationship between project activities and the formation of an active life position of a concerned researcher - citizen.

Ключевые слова: проектная деятельность, образовательная технология, обучение, студенты, "История", эксперимент, компетентностный подход, самообучение, самообразование, мотивация, гражданская позиция.

Keywords: project activity, educational technology, training, students, "history", experiment, competence approach, self-study, self-education, motivation, civil position.

Действующие федеральные программы РФ в сфере образования и науки [1...3], требования современного отечественного рынка труда определяют необходимость в подготовке креативно мыслящих, всесторонне развитых и конкурентоспособных специалистов. Переход высших учебных заведений на образовательные стандарты третьего поколения, обусловленный вышеуказанными требованиями, сопровождается внедрением в учебно-образовательный процесс новых информационных и педагогических технологий. Одной из наиболее востребованных становится проектная деятельность. В техническом вузе проектной деятельностью занимаются студенты всех общетехнических и выпускающих кафедр в рамках подготовки курсовых и дипломных работ, выполнения магистрантами соответствующих НИР с привязкой на производственные проблемы промышленных предприятий.

Целью настоящей работы является исследование эффективности внедрения проектной деятельности в учебно-образовательный процесс технического вуза на примере изучения студентами базовой гуманитарной дисциплины (Истории).

Исследование организовано на базе кафедры философии и социально-гуманитарных дисциплин ИВГПУ и опирается на лонгитюдный образовательный эксперимент, включающий в себя несколько взаимодополняющих друг друга этапов. В ходе исследования было проведено выборочное и сплошное тестирование порядка 250 студентов-первокурсников ИВГПУ набора

2019 года, а также выборочное тестирование порядка 300 учащихся 2...4 курсов учебного заведения. Обработаны и проанализированы уникальные эмпирические данные, полученные в результате образовательного эксперимента.

На первом этапе, с помощью контрольных тестовых срезов, выявляются остаточные знания по предмету "История" у выпускников средних школ, зачисленных на первый курс ИВГПУ. Одновременно проводится общий анализ мотивации и заинтересованности первокурсников в изучении дисциплины. Данные тестирования обнаруживают очевидные пробелы в области школьного образования. Первокурсники демонстрируют откровенно слабые знания в области истории. Порядка 65% тестируемых не знакомы даже с ее самыми знаковыми датами и основными событиями. Выявляется неспособность подавляющего большинства тестируемых студентов к самостоятельному историческому анализу и обобщению. Порядка 45% опрошенных указывают на свою незаинтересованность в изучении предмета. Из пояснений студентов следует, что будущим инженерам, экономистам, архитекторам и т.д. познания в области истории неактуальны, поскольку не будут востребованы в их профессиональной деятельности. Обнаруживается косвенная взаимосвязь между отсутствием интереса к изучению дисциплины и личностно-мотивационными установками "поколения Z". Так, по мнению ряда студентов: "...на одних лишь воспоминаниях о прошлом, которое все равно не изменить, не

построить будущего". В приоритетах у молодого поколения – "активное моделирование настоящего".

На втором этапе исследования проводится анализ данных контрольного среза, выявляющего остаточные знания по истории у студентов 2...4 курсов университета. Все учащиеся, задействованные в тестировании, прошли успешную аттестацию по этой дисциплине одним - тремя годами ранее. По пятибалльной шкале оценивания средний балл в данной экспериментальной группе составил 2,83. Обнаружена недостаточная сформированность у студентов основных общекультурных компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины "история".

Согласно полученным данным основными образовательными технологиями, применяемыми при обучении в обеих экспериментальных группах, являлись традиционные методики, в основе которых лежит трансляция знаний от преподавателя к обучающимся.

На третьем этапе эксперимента студентам-первокурсникам, обнаружившим не только посредственные остаточные знания, но и слабую мотивацию к изучению истории, было предложено принять участие в следующих проектах: 1. Проект "100 - ление Великой Октябрьской революции". Студентам было предложено нарисовать художественные плакаты, посвященные событию. Креативные, творческие идеи были представлены в огромном количестве. Содержательные, выполненные на высоком профессиональном уровне работы, отражали неподдельный интерес современной молодежи к событию столетней давности. 2. Проект "Творчество В. С. Высоцкого". Преподавателями кафедры использовался весь спектр педагогических методик для погружения студентов в атмосферу творчества известного барда. Исследователи рисовали плакаты, разучивали песни, изучали биографию, раскрывали почти детективную историю кончины поэта. 3. Интересное познавательное путешествие в прошлое "Текстильные династии Ивановской области". Студенты самостоятельно собирали архивную информацию о выдающихся тек-

стильных династиях нашего края, делали фотообзор, беседовали с "живыми носителями истории". Результат превзошел все, даже самые смелые, ожидания. Учащиеся демонстрировали глубокий источниковедческий анализ данной проблематики, личную заинтересованность и нацеленность на результат. Четвертой частью эксперимента стала организация итогового экзаменационного тестирования студентов - первокурсников, на протяжении семестра активно занимавшихся описанной выше проектной работой. По пятибалльной шкале оценивания средний балл в данной экспериментальной группе составил 4,63. Выявлена общая сформированность у студентов основных общекультурных компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины "История".

Данные, полученные на заключительных этапах эксперимента, позволяют сделать определенные выводы. В век информационных технологий, когда практически любая информация общедоступна, непосредственной целью образовательного процесса не может являться элементарное получение обучающимися тех или иных знаний по курсу. Во - первых, большинство студентов небезосновательно придерживается принципа А. Эйнштейна: "...зачем мне что-то запоминать, когда я могу легко посмотреть это в книге" (а в настоящее время все стало еще гораздо проще: достаточно заглянуть в Интернет). Во-вторых, даже если та или иная информация и будет зафиксирована в памяти студента, в случае отсутствия к ней реального интереса с его стороны и/или невостребованности этой информации (с точки зрения студента) через непродолжительное время она будет "благополучно" забыта. Указанные обстоятельства делают традиционные образовательные технологии недостаточно эффективными, что наглядно демонстрируют данные двух первых этапов образовательного эксперимента.

В условиях современных реалий основной задачей высшего образования становится формирование у обучающихся тех или иных базовых навыков, способностей и компетенций. Они могут не иметь конкрет-

ного и фиксированного содержания, но выражаться в самостоятельности и критичности мышления, навыках быстрого поиска и обработки информации, в способностях ее дальнейшего применения в практической и познавательной деятельности. Современные образовательные технологии, среди которых проектная деятельность по праву занимает ведущее место, базируются на идее самостоятельного развития обучающихся и предполагают переход от "школы воспроизведения" к "школе мышления", а далее – к "школе понимания". По справедливой оценке ряда современных исследователей: "Метод проектов, как вариант корпоративного обучения, в основе которого лежит развитие познавательных, творческих навыков обучающихся и критического мышления, умения самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве..." является одним из наиболее эффективных вариантов организации современного студентоцентрированного обучения [4].

ВЫВОДЫ

Результаты лонгитюдного исследования, проведенного на базе кафедры философии и социально-гуманитарных дисциплин ИВГПУ, в целом позволяют сделать следующие выводы:

- система передачи данных в виде классических лекций и семинаров недостаточна для формирования у современной студенческой молодежи мотивации к изучению того или иного курса, поэтому проектная деятельность необходима как обязательный элемент учебного процесса;

- внедрение в образовательный процесс технологии проектной деятельности позволяет обучающимся эффективно развивать такие умения, как анализ проблемных ситуаций, проектирование целей, планирование достижения целей, оценивание решений и совершение обоснованного выбора, постановку и решение познавательных задач, эффективную работу в группе;

- проектная деятельность выступает в качестве важнейшего метода развиваю-

щего, личностно-ориентированного обучения, направленного на выработку самостоятельных исследовательских компетенций, способствующего развитию творческих способностей, логического мышления, активной жизненной позиции неравнодушного исследователя - гражданина, бережно, с уважением относящегося к своему великому историческому прошлому.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа Российской Федерации "Развитие науки и технологий" на 2013-2020 годы. Утверждена Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014, №301.

2. Государственная программа Российской Федерации "Развитие образования" на 2013-2020 годы". Утверждена Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014, №295.

3. Федеральная целевая программа "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы". Утверждена Постановлением Правительства РФ от 21 мая 2013 г., №426.

4. Григорьева О.В., Нуржасарова М.А., Зулхарнаева К.А., Скардова В.Б. Организация студентоцентрированного обучения в Алматинском технологическом университете // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №6. С. 297.

REFERENCES

1. Gosudarstvennaya programma Rossiyskoy Federatsii "Razvitie nauki i tekhnologii" na 2013-2020 gody. Utverzhdena Postanovleniem Pravitel'stva RF ot 15.04.2014, №301.

2. Gosudarstvennaya programma Rossiyskoy Federatsii "Razvitie obrazovaniya" na 2013-2020 gody". Utverzhdena Postanovleniem Pravitel'stva RF ot 15.04.2014, №295.

3. Federal'naya tselevaya programma "Issledovaniya i razrabotki po prioritetnym napravleniyam razvitiya nauchno-tehnologicheskogo kompleksa Rossii na 2014-2020 gody". Utverzhdena Postanovleniem Pravitel'stva RF ot 21 maya 2013 g., №426.

4. Grigor'eva O.V., Nurzhasarova M.A., Zulkharnaeva K.A., Skardova V.B. Organizatsiya studentotsentrirovannogo obucheniya v Almatinskoy tekhnologicheskoy universitete // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noy Promyshlennosti. – 2018, №6. S. 297.

Рекомендована кафедрой философии и социально-гуманитарных дисциплин. Поступила 10.11.20.

ЦЕРКОВНЫЙ ТЕКСТИЛЬ В РОССИИ: РЕТРОСПЕКТИВА И СОВРЕМЕННОСТЬ

CHURCH TEXTILES IN RUSSIA: RETROSPECTIVE AND MODERNITY

Н.М. МАРКОВА, И.В. ПОГОДИНА, С.Н. МАМЕДОВ

N.M. MARKOVA, I.V. POGODINA, S.N. MAMEDOV

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)

E-mail: sabir-40@mail.ru

Авторами рассматривается становление отдельного вида текстильного производства – церковного текстиля и дается краткая характеристика его современного состояния. Указываются виды тканей, материалы, технологии, которые используются в данной отрасли. Процесс возникновения церковного текстиля занял достаточно длительное время. Необходимость выделения священнического одеяния, отличного от мирского, появилась еще в первые века нашей эры. Ткань, используемая для изготовления мирских одежд и одеяний священников, использовалась одинаковая, в основном лен, однако одежда должна была отличаться цветом, украшением, позднее – покроем. Необходимость производства специальных священнических одеяний способствовала появлению в России в начале XIX века церковного текстиля, производство которого осуществляется и в настоящее время. Указывается на влияние утилитаризма и веяний современного общества на используемые ткани.

The authors consider the formation of a separate type of textile production - church textiles and give a brief description of its current state. The types of fabrics, materials, technologies that are used in this industry are indicated. The process of the emergence of church textiles took quite a long time. The need to distinguish the priestly attire, different from the mundane, appeared in the first centuries of our era. The fabric used for the production of secular clothes and the robes of the priests was the same, mainly linen, but the clothes had to differ in color, decoration, and later cut. The need for the production of special priestly garments contributed to the emergence of the church tech style in Russia at the beginning of the 19th century, the production of which is still being carried out. The influence of utilitarianism and the trends of modern society on the fabrics used is pointed out.

Ключевые слова: церковный текстиль, религиозные облачения, ряса, хитон.

Keywords: church textiles, religious vestments, cassock, tunic.

В условиях обращения к традиционным ценностям, повышения религиозной составляющей нашей жизни, строительства и восстановления церквей, увеличения числа священнослужителей и прихожан становится актуальным вопрос обеспечения духовенства обрядовой одеждой, религиозных сооружений – церковным текстилем. В православном храме можно насчитать несколько десятков предметов из ткани, которые выполняют разные необходимые функции. Тематика церковного текстиля в настоящее время редко находит свое отражение в научной литературе, несмотря на то, что по выражению Т.В. Хребиной "...церковный текстиль в настоящее время очень востребован" [9, с.339]. Можно предположить в дальнейшем постоянное увеличение спроса на него, так как ткани в процессе использования изнашиваются. Следует констатировать, что в связи с рядом исторических обстоятельств утрачены некоторые знания и традиции в производстве церковных облачений. По вопросу церковного текстиля ведется незначительное количество разработок. Как правило, объектами исследования выступают церковные облачения в археологическом и музейном материале, в том числе в области состава тканей, реставрации, реконструкции тканей и шитья.

Влияние на настоящее исследование церковного текстиля оказали работы И.О. Ивановской (о традициях изготовления церковных облачений, определении места церковных одежд в православной культуре), Е.В. Холодной (о промышленных методах изготовления одежды духовенства), Т.В. Хребиной (о церковном шитье).

И.О. Ивановская указывает, что тематика церковного текстиля будет интересна и востребована духовными лицами, предприятиями и мастерскими, изготавливающими облачения как в России, так и в других странах [4].

Одежда, которую носили наши предки, помимо чисто утилитарного назначения, имела еще и некое магическое значение. Восточные славяне ткали одежду из крапивы, конопли и льна. С точки зрения наших предков, холст представлял собою

оберег, то есть "...животворную силу, которую земля питала, поднимала этот лен, потом солнце питало и водица, чтобы потом из этого растения соткать ткань, сшить одежду, да не простую, а обережную" [1, с.5]. Таким образом, сама ткань, сотканная из растений, уже представляла собой оберег, в котором нуждались наши предки – восточные славяне. С точки зрения восточных славян, весь мир был одухотворен, вся природа была одушевлена. Подобные анимистические представления делили мир на добрых и злых духов, которые требовали от человека надежных средств защиты, то есть оберегов. Ткань, впитавшая в себя всю силу земли, защищала людей от болезней. Более надежная защита появлялась в том случае, если холст украшался обережными орнаментами, что способствовало возникновению такого вида искусства, как вышивка.

При переходе от анимистических и магических верований к более развитым формам религии лен сохранил не только свое практическое значение, но и некий "сакральный" смысл. В иудейской, а затем и в христианской традиции ткань, из которой изготавливалась одежда священнослужителей, именуемая в народе "ряса", представляла собой в основном лен. Слово "ряса" в переводе с греческого означает "старая, помятая, истертая, без ворса", то есть нищенское рубище [2]. Православный энциклопедический словарь определяет рясу, как верхнее (небогослужебное) одеяние лиц духовного звания и монахов [7]. Ряса представляла собой длинное запахивающееся пальто с широкими рукавами, сшитое из плотной ткани, которое надевалось поверх одежды и иногда подвязывалось поясом. Наибольшую популярность ряса приобрела у египетских и палестинских монахов, основным цветом был черный. В силу того, что при окрашивании ткани использовались дешевые смеси, цвет получался в основном грязно-синим, а при выгорании на солнце становился рыжим. Именно такую "...оскребанную, вытертую, лишенную ворса, поношенную..." [5], практически нищенскую одежду полагалось носить монашествующим лицам в Древней Церкви. Впоследствии данное монашеское одеяние

вошло в обиход всего духовенства в качестве повседневной, небогослужебной одежды. На территории России ряса, в ее греческом варианте, появилась лишь в XVII веке в связи с реформой Патриарха Никона. Однако греческая ряса с ее восточным покроем не прижилась на Руси в связи с ее непрактичностью. Просторные греческие рясы в российских климатических условиях не грели, а развевались на ветру. В связи с этим в Русской Православной Церкви получил распространение иной крой рясы – приталенный с широкими расклешенными рукавами. Под рясу надевался подрясник, берущий свое начало от восточного хитона.

Специальная богослужебная одежда появляется не сразу, поскольку Иисус Христос носил обычную одежду – хитон, сотканный бесшовным способом, а апостолы совершали Евхаристию в будничных одеяниях. Хитоны, представляющие собой длинную рубаху, были традиционной как мужской, так и женской одеждой в Древней Иудее. Женские хитоны отличались более тонкой тканью с длинным покроем, для мужского хитона был характерен более простой покрой. Богатые иудеи носили хитоны из дорогих тканей, украшенных вышивкой, бедняки могли позволить себе хитоны из грубой холстины или шерсти. Однако начинает складываться представление о том, что одежда священнослужителей должна отличаться от одежды обычных людей – мирян. Появляется понимание того, что служить Богу нужно было в специальной одежде, поэтому повседневные одежды Иисуса Христа и апостолов стали рассматриваться как священные, и даже после того, как они вышли из повседневного использования, они остались в церковном обиходе. Согласно источникам "...апостол Иаков носил одежду иудейского священника, а апостол Иоанн одевал на голову золотую повязку – знак первосвященника". Священное Писание говорит о том, что Бог повелел пророку Моисею сшить для священников специальные одежды. "Для этого нужно было взять голубую, пурпурную и багряную ткань – шерсть или лен, и расшить их золотом" [5]. Нужно отметить, что в этот

период времени появляются одеяния, специально предназначенные для совершения богослужения. Одежда иудейских священников включала в себя хитон, то есть нижнюю рубаху, доходящую до пола, ризу, эфод, пояс и кидару. Поверх эфода надевался нагрудник, украшенный драгоценными камнями. Однако, согласно ветхозаветным наставлениям, свои облачения священники могли использовать только для совершения священнослужения. Перед тем как покинуть храм, священники должны были снять богослужебное облачение, переодевшись в будничные одежды. Одеяния иудейских священнослужителей стали прообразом современного облачения православных священников.

Несмотря на то, что уже в первые века нашей эры выделяется священническое одеяние, предназначенное для совершения богослужений, в России появление такой отрасли текстильной промышленности, как церковный текстиль, относится лишь к началу XIX века. Ризницы храмов допетровской эпохи представляли собой ткани разнородные по времени и качеству материала, по степени отделки и по степени сохранности. В ризнице полагалось иметь столько священнических одежд, чтобы из них можно было составить три комплекта: для повседневного служения, для праздника и для панихиды. Минимальный литургический набор – фелонь и стихарь – зачастую формировались из тканей, пожертвованных прихожанами. Необходимо отметить, что в России долгое время существовала традиция жертвовать на нужды церкви светский текстиль. Дело в том, что мануфактурное производство в допетровскую эпоху еще не было развито, а иноземные ткани, особенно шелковые, стоили очень дорого. Практика жертвований светского текстиля для церковных нужд существовала вплоть до начала XX века. Так, например, в Эрмитаже хранится комплект фелони и епитрахили, изготовленные из подвенечного платья императрицы Александры Федоровны, пожертвованный ею 12 января 1842 года [11]. Для торжественных дней использовалось облачение, сшитое из "знатно-хороших" материй, а для буднич-

ной литургии использовалось одеяние, сшитое из парчи. Парча становится основной тканью для изготовления религиозных одеяний, часто в одежде священников использовалась бархатная отделка. Так, "...в 1801 г. будущий император Александр I пожаловал к коронационной службе в Успенский собор Кремля ризницу из золото-серебряной парчи с орнаментом... Ризница состояла из семи комплектов облачений священников и диаконов с оплечьями голубого бархата и одежд на престолы, жертвенники и аналои" [3, с.143].

Развитие промышленности в России, в том числе и текстильной, начинается с эпохи Петра I. В этот период возникали мануфактуры, в Россию приглашались иностранные специалисты, привозилось иностранное оборудование [11].

Как уже отмечалось выше, изначально одежда священнослужителей изготавливалась из простых тканей натурального цвета, поскольку красители стоили дорого и не каждый приход или монастырь могли их себе позволить. Золотные ткани ввозились из-за рубежа и считались роскошью. Изначально для церковного и светского шитья в России использовали одинаковую парчу. "В коллекции тканей Сергиево-Посадского музея-заповедника можно встретить облачения, украшенные не только цветами и растительными узорами, но и, например, фигурами драконов: дорогую ткань, привезенную из Китая, использовали для пошива стихаря" [8]. Основным потребителем золотных тканей, которые начинают производиться в России в промышленных масштабах, в XIX веке становится церковь.

Процесс выделения церковного текстиля в отдельную отрасль начинается лишь с 1800-х годов [3, с.144]. В данный период времени еще не используется комплекс ризниц, поскольку стандартизация церковной утвари и облачений священнослужителей началась лишь в середине XIX века. Начиная появляться ткани, которые были специально изготовлены для нужд церкви, в то же время мануфактурные церковные ткани изготавливались в очень ограниченном объеме. "Литературные и материальные свидетельства указывают на

то, что среди прочего разнообразия парчового товара, производимого фабриками, выделяется небольшая группа материй, специально предназначенных для церкви, орнаментальный декор которых содержал христианскую символику. В основном это были крестчатые ткани, когда по золотому, серебряному или цветному полю исполнялся орнамент крестами, или этот мотив вводился в основную композиционную схему, но, как правило, на второстепенных ролях" [6, с.46].

В конце XIX века различные фабриканты начинают составлять свои комплекты ризниц. Так, "...у фабрикантов И.А. Жевержеева, А.П. Александрова – это риза, епитрахиль, пояс, поручи, набедренник, палица, подризник, воздухи, стихарь, орарь, одежда на престол, одежда на жертвенник, покров, одежда с пеленой на аналой, одежда с пеленой на столик. У И.С. Журина к этому набору прибавили стихарь псаломщика и детский стихарь. В прејскуранте Г.И. Заглодина находим перечень предметов архиерейской ризницы: облачение архиерейское – саккос, большой и малый омофоры, сулок, епитрахиль, пояс, поручи и палица; облачение священника – риза, епитрахиль, пояс, поручи, набедренник; облачение диакона – стихарь, орарь и поручи; стихарь псаломщика; воздухи; стихарики детские" [6, с.47].

У других фабрикантов, таких как А.П. Александров, К.В. Демидов ризницы разделялись по видам тканей: парчовые, атласные, бархатные. У фабрикантов И.А. Жевержеева, Ф.С. Ионова ризницы комплектовались, исходя из назначения: "...вседневные, траурные, воскресные, праздничные, пасхальные, богоявленские, высокаторжественные, а также форменные, из ткани зеленого цвета с парчовыми крестами – для полковых церквей" [6, с.48].

Кроме того, можно отметить специализацию производства церковных тканей по принципу торжественности. Так, например, у фабриканта Г.И. Заглодина изготавливались облачения для торжественного случая, таких как 200-летие Полтавской битвы, перенесение мощей Ефросинии Полоцкой; юбилейные облачения к 100-летию Отече-

ственной войны 1812 года, к 300-летию дома Романовых и т.д. На фабриках И.С. Журина также изготавливались по заказу торжественные ризницы.

К концу XIX- началу XX вв. производство церковного текстиля начинает ориентироваться на конкретных заказчиков. Так, поставщики императорского двора И.А. Жевержеев, Г.И. Заглодин, Оловянишниковы, С.С. Мешков изготавливали в основном богатые ризницы для соборных храмов. Продукция фабриканта Ф.С. Ионова предназначалась, как правило, для небогатых новооткрывающихся церквей Сибири.

Современный церковный текстиль можно изготавливать в промышленных условиях. При этом необходимо учитывать, что возрастает спрос на изделия и ткани повышенного качества. Около двадцати лет назад изготовление церковных облачений в основном носило характер индивидуального производства, осуществляемого в кустарных мастерских при храмах и монастырях [10, с. 5]. В связи с этим изделия отличались низким качеством обработки и высокой стоимостью, а методы изготовления характеризовались высокой трудоемкостью.

В настоящее время среди священнослужителей наибольшей популярностью пользуются такие ткани, как парча и шелк. Кроме того, для пошива священнических одежд используются бархат, шенилл, лен, габардин. Парча, представляя собой плотную и довольно тяжелую шелковую ткань с вплетенными металлическими нитями (в старину использовались золотые нити), выглядит дорого и нарядно. Парча хорошо держит форму, выглядит достаточно торжественно, она прочна и долговечна, однако в жаркую погоду совершать богослужение в одежде из парчи бывает тяжело. Шелковые религиозные ткани практически не отличаются от парчовых, однако шелковые облачения легче, нежели парчовые, в силу того, что они мягче, шелковые ткани хуже держат форму. Шенилл в основе своей представляет гобелен с гладким фоном и ворсистым, как бархат, рисунком, "...шенилл можно охарактеризовать как "гибрид" парчи и бархата" [8]. Шенилл поз-

воляет создавать священнические облачения похожими на старинные ризы. Бархатные облачения также пользуются большой популярностью, имеют красивый и благородный облик. Лен, будучи самой древней тканью для священнического облачения, представляет собой натуральный, легкий материал. Однако в настоящее время он не пользуется такой популярностью, как в прошлые века, как правило, льняные ризы используются при выездных требах и в паломничестве. Габардин при изготовлении священнического облачения используется двух видов: шелковый габардин, легкий и "дышащий" как лен, используется в теплое время, а шерстяной – в холодное, особенно при совершении богослужений на открытом воздухе. Кроме того, при изготовлении священнического одеяния используются галуны, или тесьма, бахромы, кисти, а также вышивка. В прежние века ризы расшивались "...жемчугом, драгоценными камнями, золотыми и серебряными нитями, причем зачастую эти нити были фактурными – скаными" [8]. В настоящее время для вышивки используются современные технологии.

Так, сегодня в церковном шитье применяются три вида техник: ручная, машинная и автоматическая, а также их сочетания (совмещение автоматической и машинной не встречается, но теоретически возможно). Виды техник отличаются друг от друга применяемыми материалами и характером стежков. В ручной вышивке используется большое разнообразие специфических для церковного шитья материалов. Это только натуральные нити – шелковые, вискозные, хлопчатобумажные золотные, сделанные из них различной толщины и фактуры шнуры и тесьма. А также "приклад" – жемчуг, драгоценные и полудрагоценные камни, ювелирные детали. Практически те же материалы применяются и в машинной вышивке за исключением некоторых видов приклада. В автоматической вышивке употребляются исключительно синтетические нити и ткань [9, с.340].

В настоящее время технологические процессы промышленного производства облачений находятся в стадии активного

развития. Становление их состоялось, но необходимо продолжать разрабатывать методы проектирования церковной одежды, анализ материалов для деталей одежды.

На изготовление церковных текстильных изделий влияли торговля, культурный обмен, региональное разнообразие, а также религия. В настоящее время религиозное влияние на текстиль и производство одежды постепенно снижается. Однако в исторической ретроспективе религия оказала непосредственное влияние на развитие искусства шитья и производство ткани. Религиозное чувство стало движущей силой для производства одежд исполнителей религиозного культа, что впоследствии способствовало выделению производства данных одежд в отдельную отрасль – церковный текстиль; то же религиозное чувство способствовало и тому, что появилась вышивка, которая изначально использовалась не столько как декор, а в большинстве своем исключительно удовлетворению религиозных потребностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринин Е.И. Религия вчера, сегодня, завтра. – Архангельск: Изд-во Поморского гос. пед. ун-та, 1993. – Вып.1. – 172 с. ISBN 5-88086-072-2.
2. Архимандрит Алипий (Светличный) Почему священнослужители носят длинную рясу? // Портал "Православная жизнь". Опубликовано: 06/08/2019 - 11:55. Режим доступа: <https://pravlife.org/ru/content/pochemu-svyashchennosluzhiteli-nosyat-dlinnyuyu-ryasu>. Дата обращения: 24.10.2019 г.
3. Безуглова С.Г. Русское церковное шитье и текстиль в период Александровского ампира // Вестник СПбГУКИ. – 2017, № 3 (32). – С. 142...145.
4. Ивановская И.О. К вопросу о развитии церковных облачений православного мира во времени и пространстве // Культурологический журнал. – 2016, № 3 (25). Электронное рецензируемое издание. Режим доступа: http://cr-journal.ru/files/file/10_2016_20_18_50_1477081130.pdf.
5. Колибаба С. Ряса – этимология // Портал Проза-ру. Режим доступа: <https://www.proza.ru/2014/12/11/1484>. Дата обращения: 27.10.2019 г.
6. Полякова Е.В. Русские золотные ткани XVIII - начала XX вв: к проблеме формирования национального стиля: Дис....канд. искусствоведения. – М., 2008.
7. Православный энциклопедический словарь // <http://endic.ru/orthodox/Rjasa-494.html>. Дата обращения: 24.10.2019 г.

8. Ткани для облачений: от парчи до габардина // ORTOX.RU – полный спектр товаров для православных: ювелирные изделия, богослужебная утварь, товары для храма и дома. Режим доступа: <https://ortox.ru/news/tkani-dlya-oblacheniya-ot-parchi-do-gabardina/>. Дата обращения: 28.10.2019 г.

9. Хребина Т.В. Техники современного церковного шитья // Актуальные вопросы церковной науки. – 2019, № 2. С. 339...349.

10. Холоднова Е.В. Разработка промышленных методов изготовления одежды духовенства Русской Православной Церкви: Дис.... канд. техн. наук. – М., 2001. РГБ ОД, 61 02-5/928-1

11. Шубина Т.Г. Стандартизация церковной тканевой утвари и облачений священства XIX-начала XX вв. // "ARTconservation" - социальный специализированный ресурс информационного содействия в сфере сохранения, консервации и реставрации памятников материальной культуры. Режим доступа: <http://art-con.ru/node/4472>. Дата обращения: 28.10.2019 г.

REFERENCES

1. Arinin E.I. *Religiya vchera, segodnya, zavtra.* – Arkhangel'sk: Izd-vo Pomorskogo gos. ped. un-ta, 1993. – Вып.1. – 172 s. ISBN 5-88086-072-2.
2. Arkhimandrit Alipiy (Svetlichnyy) *Pochemu svyashchennosluzhiteli nosyat dlinnuyu ryasu?* // Portal "Pravoslavnyaya zhizn". Opublikovano: 06/08/2019 - 11:55. Rezhim dostupa: <https://pravlife.org/ru/content/pochemu-svyashchennosluzhiteli-nosyat-dlinnyuyu-ryasu>. Data obrashcheniya: 24.10.2019 g.
3. Bezuglova S.G. *Russkoe tserkovnoe shit'e i tekstil' v period Aleksandrovsckogo ampira* // Vestnik SPbGUKI. – 2017, № 3 (32). – S. 142...145.
4. Ivanovskaya I.O. *K voprosu o razvitii tserkovnykh oblacheniya pravoslavnogo mira vo vremeni i prostanstve* // Kul'turologicheskij zhurnal. – 2016, № 3 (25). Elektronnoe retsenziruemoe izdanie. Rezhim dostupa: http://cr-journal.ru/files/file/10_2016_20_18_50_1477081130.pdf.
5. Kolibaba S. *Ryasa – etimologiya* // Portal Proza.ru. Rezhim dostupa: <https://www.proza.ru/2014/12/11/1484>. Data obrashcheniya: 27.10.2019 g.
6. Polyakova E.V. *Russkie zolotnye tkani XVIII - nachala XX vv: k probleme formirovaniya natsional'nogo stilya: Dis....kand. iskusstvovedeniya.* – M., 2008.
7. *Pravoslavnyy entsiklopedicheskij slovar'.* // <http://endic.ru/orthodox/Rjasa-494.html>. Data obrashcheniya: 24.10.2019 g.
8. *Tkani dlya oblacheniya: ot parchi do gabardina* // ORTOX.RU – polnyy spektr tovarov dlya pravoslavnykh: yuvelirnye izdeliya, bogoslužebnaya utvar', tovary dlya khrama i doma. Rezhim dostupa: <https://ortox.ru/news/tkani-dlya-oblacheniya-ot-parchi-do-gabardina/>. Data obrashcheniya: 28.10.2019 g.
9. Khrebina T.V. *Tekhniki sovremennogo tserkovnogo shit'ya* // Aktual'nye voprosy tserkovnoy nauki. – 2019, № 2. S. 339...349.

10. Kholodnova E.V. Razrabotka promyshlennykh metodov izgotovleniya odezhdy dukhovenstva Russkoy Pravoslavnoy Tserkvi: Dis.... kand. tekhn. nauk. – M., 2001. RGB OD, 61 02-5/928-1

11. Shubina T.G. Standartizatsiya tserkovnoy tkanoj utvari i oblachenij svyashchestva XIX-nachala XX vv. // "ARTconservation" - sotsial'nyy spetsializirovannyj resurs informacionnogo sodeystviya v

sfere sokhraneniya, konservatsii i restavratsii pamyatnikov material'noj kul'tury. Rezhim dostupa: <http://art-con.ru/node/4472>. Data obrashcheniya: 28.10.2019 g.

Рекомендована кафедрой финансового права и таможенной деятельности. Поступила 19.11.19.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Подгорный Б.Б.</i> Государственно-частное партнерство – региональные и отраслевые особенности .	5
<i>Петрухин А.Б., Дмитриев Ю.А., Чистяков М.С.</i> Конвергенция NBIC-технологий в формировании кластерной направленности развития текстильной промышленности	12
<i>Мельникова Л.Н.</i> Бережливые инновации в текстильной промышленности, как инструмент решения проблем в сфере утилизации и переработки отходов	17
<i>Сальникова А.В., Мамедов С.Н., Погодина И.В.</i> Внешняя торговля России товарами текстильной промышленности в 2013-2018 гг.	22
<i>Хайтанова М.М., Лускатова О.В., Горшкова Е.В.</i> Риски предприятий текстильной промышленности и пути их минимизации	28

Материаловедение

<i>Сергеева Е.А., Тихонова Н.В., Юсупова А.Р.</i> Использование плазмомодифицированных геотекстильных материалов в укреплении слабых оснований дорожных одежд	34
<i>Бринк И.Ю., Богданов В.Ф., Куренова С.В.</i> Исследование метода определения наполняющей способности пуха для швейных изделий	38
<i>Орлов А.В., Пашин Е.Л.</i> Оценка деформации волокон и нитей при испытании на разрывной машине копрового типа	41
<i>Иванов О.М., Анисимова Т.А.</i> Теоретический анализ формирования ворсового покрова в технологии электрофлокирования на основе модели ориентации ворса	46
<i>Родичева М.В., Шустов Ю.С., Абрамов А.В., Филиппов А.Д.</i> Исследование теплопроводности материалов для изготовления стелек зимней обуви	50
<i>Кокшаров С.А., Алеева С.В., Лепилова О.В., Матрохин А.Ю.</i> Задачи и эффективность биомодифицирования отходов льнопереработки для производства кормовых добавок	54

Первичная обработка. Сырье

<i>Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н.</i> Сравнительный анализ результатов переработки льнотресты сортов льна-долгунца отечественной и иностранной селекции по основным хозяйственно-ценным признакам	61
---	----

Прядение

<i>Севостьянов П.А., Самойлова Т.А.</i> Спектральные свойства неровноты ленты по компонентному составу	68
--	----

Трикотажное производство

<i>Фомина О.П., Хабарова Е.Б., Заваруев В.А.</i> Разработка структуры и технологии выработки армирующего трикотажного полотна крупноячейстой структуры	73
--	----

Швейное производство

<i>Максудов Н.Б., Нигматова Ф.У., Шин И.Г., Касимова А.Б.</i> Определение размеров бандажного наколенника спортивного назначения по допускаемому давлению на тело человека	77
<i>Беляева Е.Р., Котюргина А.С.</i> Применение алгоритма Флери построения эйлерова цикла на схеме вышивки крестом	83
<i>Каюмова Р.Ф., Гирфанова Л.Р.</i> К вопросу использования текстильных отходов и бывшей в употреблении одежды	87
<i>Руднева С.С., Белик А.И., Лунина Е.В.</i> Модульный метод проектирования в разработке дизайн-проектов швейных изделий с унифицированными деталями кроя	93

Текстильные машины и агрегаты

<i>Топорова Е.А., Зарубин В.П., Киселев В.В., Топоров А.В., Палин Д.Ю.</i> Смазочная композиция для механических передач текстильных машин	99
<i>Егоров И.Н., Шабаев В.А., Ползунов И.С.</i> О применении и структурах систем управления вентиляльно-индукторных электроприводов технологических машин и оборудования текстильной промышленности	104

Автоматизация и информационные технологии

<i>Семенов А.Д., Волков В.В., Николаев В.С., Пакулова Н.К.</i> Комбинированная нейросетевая система регулирования линейной плотности ленты	109
<i>Лысова М.А., Коробов Н.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.</i> Компьютерное исследование процесса кольматации нетканых геотекстильных полотен при дренировании объектов строительства	113

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Кочетов О.С., Хазанов Г.И., Апарушкина М.А.</i> Расчет звукоизолирующих ограждений текстильных машин	118
<i>Таран Ю.А., Козлов А.В.</i> Фильтрация стоков предприятий текстильной и химической отраслей промышленности с отложениями на стенках сквозных пор	124

Техническая эстетика и дизайн

<i>Кулсариева А.Т., Султанова М.Э., Шайгозова Ж.Н.</i> Войлок в современном дизайне украшений и аксессуаров: особенности формирования и воплощения модных трендов	130
<i>Уваров В.Д., Нунех А.Ф.</i> Применение ароматизированного текстиля и произведений таписсерии в дизайне	134
<i>Погодина И.В., Мамедов С.Н., Авдеев Д.А.</i> Текстильные изделия как отражение религиозной культуры: ретроспектива и тенденции	140

Механика нити и полотен

<i>Переборова Н.В., Макаров А.Г., Егорова М.А., Егоров И.М.</i> Разработка методов математического моделирования и спектральной оценки функциональных свойств технического текстиля	144
---	-----

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Щепочкина Ю.А.</i> Анализ тканей с дополнительной информационной нагрузкой	151
<i>Селяев В.П., Куприяшуккина Л.И., Седова А.А., Ляскин О.В.</i> Синтез диоксида кремния из опал-кристаллитовых биоморфных пород. Свойства. Область применения	154
<i>Азимова Ф.Ш., Шагина Н.А.</i> Способ колорирования шубной овчины растительным красителем зверобоя	160
<i>Голубева Ю.Б., Горелова И.К., Скимонт Е.И., Зимица Е.Л., Марусин Н.В., Карапетян С.В., Щербина К.К.</i> Проектирование и систематизация технологической оснастки для производства ортопедической обуви	163
<i>Кулешова И.Н., Скрябина Е.В.</i> Проектная деятельность образовательного процесса по общественным дисциплинам в техническом вузе	169
<i>Маркова Н.М., Погодина И.В., Мамедов С.Н.</i> Церковный текстиль в России: ретроспектива и современность	173

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Podgorny B.B.</i> Public-Private Partnership - Regional and Industrial Features	5
<i>Petrukhin A.B., Dmitriev Yu.A., Chistyakov M.S.</i> Convergence of NBIC-Technologies in the Formation of the Cluster Direction of the Development of the Textile Industry	12
<i>Melnikova L.N.</i> Lean Innovation in the Textile Industry, as a Tool for Solving Problems in the Field of Waste Disposal and Recycling	17

<i>Salnikova A.V., Mamedov S.N., Pogodina I.V.</i> External Trade of Russia by Goods of the Textile Industry in 2013-2018	22
<i>Haytanova M.M., Luskatova O.V., Gorshkova E.V.</i> Risks of the Enterprises of Textile Industry and the Ways of their Minimization	28
Materials	
<i>Sergeeva E.A., Tikhonova N.V., Yusupova A.R.</i> The Use of Plasma-Modified Geotextile Materials in Strengthening the Weak Foundations of Road Clothing	34
<i>Brink I.Yu., Bogdanov V.F., Kurenova S.V.</i> Study of the Method of Determining the Filling Capacity of Fluff for Garments	38
<i>Orlov A.V., Pashin E.L.</i> Evaluation of the Deformation of Fibers and Threads when Tested on a Bursting Machine of the Kopr Type	41
<i>Ivanov O.M., Anisimova T.A.</i> Theoretical Analysis of Pile Cover Formation in Electrofloccing Technology Based on a Pile Orientation Model	46
<i>Rodicheva M.V., Shustov Yu.S., Abramov A.V., Filippov A.D.</i> Research of Heat Conductivity of Materials for Manufacture of Winter Shoes Insoles	50
<i>Koksharov S.A., Aleeva S.V., Lepilova O.V., Matrokhin A.Yu.</i> Objectives and Efficiency of Biomodification of Flax Processing Waste for Production of Feed Additives	54
Preliminary Treatment. Raw Materials	
<i>Kudryashova T.A., Vinogradova T.A., Kozyakova N.N.</i> Comparative Analysis of Results of Processing of Flax Varieties of Long-Term Flax of Domestic and Foreign Selection by Main Economic and Valuable Characteristics	61
Spinning	
<i>Sevostyanov P.A., Samoiloa T.A.</i> Spectral Properties of Sliver Unevenness by Component Mixing Ratio	68
Knitting	
<i>Fomina O.P., Khabarova E.B., Zavaruev V.A.</i> Development of the Structure and Technology of Production of Reinforcing Knitted Fabric of Large-Cell Structure	73
Sewing	
<i>Maksudov N.B., Nigmatova F.U., Shin I.G., Kasimova A.B.</i> Determination of the Sizes of the Bandage Kneelboard of the Sports Purpose by the Allowed Pressure on the Body of the Human	77
<i>Belyaeva E.R., Kotyurgina A.S.</i> Application of the Fleury Algorithm for Construction of the Euler Cycle on the Cross Stitch Pattern	83
<i>Kayumova R.F., Girfanova L.R.</i> On the Issue of Using Textile Waste and Used Clothing	87
<i>Rudneva S.S., Belik A.I., Lunina E.V.</i> Modular Design Method in the Development of Design Projects of Sewing Products with Unified Cut Details	93
Textile Machines and Aggregates	
<i>Toporova E.A., Zarubin V.P., Kiselev V.V., Toporov A.V., Palin D.Yu.</i> Lubricating Composition for Manual Transmission Textile Machinery	99
<i>Egorov I.N., Shabaev V.A., Polzunov I.S.</i> On Application And Structures Of Control Systems Of Valve-Inductor Electric Drives Of Process Machines And Equipment Of Textile Industry	104
Automation and Information Technologies	
<i>Semenov A.D., Volkov V.V., Nikolaev V.S., Pakulova N.K.</i> Combined Neural Network System for Regulating Linear Tape Density	109
<i>Lysova M.A., Korobov N.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N.</i> Computer Study of the Process of Colmation of Nonwoven Geotextile Fabrics During Draining of Construction Objects	113

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Kochetov O.S., Khazanov G.I., Aparushkina M.A.</i> Soundproofing Protections for the Industrial Equipment	118
<i>Taran Yu.A., Kozlov A.V.</i> Filtration of Textile and Chemical Industries Effluents with Sedimentation on the Walls of Through Pores	124

Technical Aesthetics and Design

<i>Kulsariyeva A.T., [Sultanova M.E.], Shaigozova Z.N.</i> Felts in Modern Design of Jewelry and Accessories: the Features of Formation and Realization of Fashion Trends	130
<i>Uvarov V.D., Nunekh A.F.</i> The Use of Scented Textiles and Works of Tapestry in Design	134
<i>Pogodina I.V., D.A. Avdeev, S.N. Mamedov</i> Textile Products as a Reflection of Religious Culture: Retrospective and Trends	140

Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Pereborova N.V., Makarov A.G., Egorova M.A., Egorov I.M.</i> Development of Methods of Mathematical Modeling and Spectral Assessment of Functional Properties of Technical Textiles	144
--	-----

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Shchepochkina Ju.A.</i> Analysis of Tissues with Additional Information Load	151
<i>Selyaev V.P., Kupryashkina L.I., Sedova A.A., Liyaskin O.V.</i> The Synthesis of Silica From Opal-Cristobalite Rocks Biomorphic. Properties. Application	154
<i>Azimova F.Sh., Shagina N.A.</i> Method for Coloring Shebody Fur Coat With Vegetable Dye of Saint-John's-Wort	160
<i>Golubeva Yu.B., Gorelova I.K., Skirmont E.I., Zimina E.I., Marusin N.V., Karapetyan S.V., Shcherbina K.K.</i> Designing and Systematizing Technological Equipment for the Production of Orthopedic Shoes	163
<i>Kuleshova I.N., Skryabina E.V.</i> Project Activity of the Educational Process for Public Disciplines at a Technical University	169
<i>Markova N.M., Pogodina I.V., Mamedov S.N.</i> Church Textiles in Russia: Retrospective and Modernity ...	173

Внимание авторов!

Редакция принимает статьи и сопроводительные документы к ним, направленные только обычными письмами в адрес редакции журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности": 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., 21, к. ГШ.352. Редакция журнала, ответственному секретарю.

Статьи и документы к ним должны быть оформлены согласно Правилам для авторов, которые публикуются в конце номера журнала.

Корреспонденция, направленная заказными письмами, не рассматривается.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Каждая статья, поступающая в редакцию, проходит внешнее рецензирование. Рецензенты журнала – ведущие ученые и практики в области текстильной промышленности.

В связи с вышесказанным для ускорения публикации статей редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал "Технология текстильной промышленности" серии "Известия вузов", руководствоваться следующими правилами.

1. Редакция принимает только статьи, содержащие оригинальный материал, соответствующий профилю журнала, нигде не опубликованные и не переданные в редакции других изданий. В статье должно быть представлено четкое изложение полученных автором результатов без повторения данных в тексте статьи, таблицах и рисунках.

2. Статьи, написанные от руки, оформленные небрежно и не имеющие необходимых сопроводительных документов (см. п. 7), не рассматриваются.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным.

3. В редакцию представляются два экземпляра статьи. Объем статей с учетом таблиц не должен превышать 6 страниц текста, который располагается на одной стороне листа писчей бумаги белого цвета формата А4 (210×297 мм). Размер шрифта основного текста 12. Поля могут быть произвольными, но не менее 15 мм. Текст необходимо печатать через два интервала. К бумажному варианту статьи должен быть приложен идентичный вариант на электронном носителе. Текстовый редактор Word (формат *.doc, *.rtf), редактор формул Microsoft Equation, графический редактор Adobe Photoshop (формат *.psd, *.bmp, *.jpg).

4. Получить информацию по оформлению статей и списка литературы к ним можно на сайте журнала.

5. Чертежи, графики, структурные формулы выполнять по правилам ГОСТа "Единая система конструкторской документации" чисто и четко в двух экземплярах (формата не более 13×18 см с учетом последующего полиграфического уменьшения в 2...2,5 раза), надписи и обозначения должны быть четкими и понятными. На обороте рисунка указывать его номер и название; "верх" и "низ" рисунка. Название рисунка и все обозначения должны вноситься в текст статьи. Фотографии (тоновые рисунки) принимаются только на глянцевой бумаге (без глянцева) формата не менее 9×12 см (с учетом последующего уменьшения). Не принимаются рисунки, выполненные от руки, небрежно, карандашом или шариковой ручкой.

Все рисунки помещать в конце статьи на отдельных листах (не вставляя их в текст) и сопровождать описью с указанием их номеров и названий. Количество рисунков в статье не должно превышать четырех.

6. В начале статьи (над ее названием) проставлять индекс Универсальной десятичной классификации (УДК). Под заголовком указать инициалы, фамилии авторов и полное название института (организации), в котором работают авторы, адрес электронной почты (E-mail). Далее следует расположить аннотацию на русском языке, отражающую основное содержание статьи, не более 10 строк, а после нее – основной текст статьи. Если в статье есть таблицы, то их заголовки следует вносить в текст. Статья должна заканчиваться конкретными выводами.

7. К статье прилагать следующие документы:

а) сопроводительное письмо с перечнем всех документов, направляемых в редакцию, с указанием организации, где проведена описываемая работа, а также места работы, должности, ученой степени и ученого звания, фамилии, имени и отчества автора (авторов), точного домашнего адреса и адреса для переписки, номеров служебного и домашнего телефонов, E-mail;

б) заверенную выписку из протокола заседания кафедры, рассмотревшего направляемую статью. В выписке должны содержаться рекомендации кафедры к публикации в журнале, а также полное (без сокращений) наименование кафедры. К статье должны быть приложены документы, подтверждающие возможность ее открытого опубликования;

в) аннотации статей на русском и английском языках; ключевые слова к статье;

г) приставленный библиографический список литературы, который должен быть оформлен: 1) на русском языке, 2) русскоязычный список в романском алфавите (латинице), 3) на английском языке;

д) название статьи, фамилию и инициалы автора (авторов), место работы и должность на английском языке.

8. Плата с аспирантов дневной формы обучения, выступающих единым автором работы, за публикацию статьи не взимается.

9. С целью ускорения публикаций статей переписку, связанную с исправлениями материалов, желательно осуществлять по электронной почте: E-mail: tp@ivgpu.com.

* * *

Редакция обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производство, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ