

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

**№ 5 (383)
2019**

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.ivgpu.com>

Издание Ивановского государственного политехнического университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: *Е.В. РУМЯНЦЕВ (д.х.н.).*
Первый заместитель главного редактора: *С.В. ФЕДОСОВ (академик РААСН, д.т.н., проф.).*

Заместители главного редактора:

Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.), А.Г. МАКАРОВ (д.т.н., проф.), К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.).

Члены редколлегии:

Ю.В. БАБИН (д.х.н., проф.), М.Г. БАЛЫХИН (д.э.н., проф.), Н.П. БЕСЧАСТНОВ (д.иск., проф.), М.М. БЛАГОВЕЩЕНСКАЯ (д.т.н., проф.), В.Н. БЛИНИЧЕВ (д.т.н., проф.), В.Ф. ГЛАЗУНОВ (д.т.н., проф.), С.Г. ДЕМБИЦКИЙ (д.э.н., проф.), Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.), О.В. КАЩЕЕВ (к.ис.н., проф.), А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), М.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), Н.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), Ж.Ю. КОЙТОВА (д.т.н., проф.), А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.), Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.), В.Е. КУЗЬМИЧЕВ (д.т.н., проф.), Н.А. КУЛИДА (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.), Е.Л. ПАШИН (д.т.н., проф.), И.А. ПЕТРОСОВА (д.т.н., проф.), А.Б. ПЕТРУХИН (д.э.н., проф.), А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.), Л.П.РОВИНСКАЯ (д.т.н., проф.), В.Е. РОМАНОВ (д.т.н., проф.), С.П. РУДОБАШТА (д.т.н., проф.), П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.), В.Е. РУМЯНЦЕВА (д.т.н., проф.), В.В. САФОНОВ (д.т.н., проф.), П.А. СЕВОСТЬЯНОВ (д.т.н., проф.), Н.А. СМИРНОВА (д.т.н., проф.), Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.), А.Н. СТРЕЛЮХИНА (д.т.н., проф.), С.Ш. ТАШПУЛАТОВ (д.т.н., проф.), А.А. ТЕЛИЦЫН (д.т.н., проф.), В.Н. ФЕДОСЕЕВ (д.т.н., проф.), Н.М. ФИЛИМОНОВА (д.э.н., проф.), А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.), Л.П. ШЕРШНЕВА (д.т.н., проф.), Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.), В.П. ЩЕРБАКОВ (д.т.н., проф.), С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (д.с.н., проф.), А.В. ДЕМИДОВ (д.т.н., проф.), К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.), А.Р. НАУМОВ (д.х.н., проф.), А.П. СОРКИН (д.т.н., проф.).

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*

*Адрес редакции: 153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
Тел.: (4932) 41-75-02. Факс: (4932) 41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpi.com
<http://ttp.ivgpi.com>*

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.10.2019. Подписано в печать 31.10.2019. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 35,81; Усл. кр.-отт. 36,06. Заказ 3231.

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", 2019

Ministry of Science and Higher Education
of Russian Federation

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**TEXTILE
INDUSTRY
TECHNOLOGY**

PEER-REVIEWED SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 5 (383)
2019**

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.).*
First deputy of chief editor: *S.V. FEDOSOV (acad. RAACS, d.en.s., prof.).*

Deputy editors:

B.N. GUSEV (d.en.s., prof.), A.G. MAKAROV (d.en.s., prof.), K.E. RAZUMEEV (d.en.s., prof.).

Editorial board members:

YU.V. BABIN (d.ch.s., prof.), M.G. BALKHIN (d.ec.s., prof.), N.P. BESCHASTNOV (d. of arts, prof.), M.M. BLAGOVESHCHENSKAYA (d.en.s., prof.), V.N. BLINICHEV (d.en.s., prof.), V.F. GLAZUNOV (d.en.s., prof.), S.G. DEMBITSKY (d.ec.s., prof.), E.N. KALININ (d.en.s., prof.), O.V. KASHCHEEV (c.ps.s., prof.), A.M. KISELEV (d.en.s., prof.), M.V. KISELEV (d.en.s., prof.), N.V. KISELEV (d.en.s., prof.), ZH.YU. KOYTOVA (d.en.s., prof.), A.R. KORABELNIKOV (d.en.s., prof.), N.L. KORNILOVA (d.en.s., prof.), V.E. KUZMICHEV (d.en.s., prof.), N.A. KULIDA (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.), E.L. PASHIN (d.en.s., prof.), I.A. PETROSOVA (d.en.s., prof.), A.B. PETRUKHIN (d.ec.s., prof.), A.F. PLEKHANOV (d.en.s., prof.), L.P. ROVINSKAYA (d.en.s., prof.), V.E. ROMANOV (d.en.s., prof.), S.P. RUDOBASHTA (d.en.s., prof.), P.N. RUDOVSKY (d.en.s., prof.), V.E. RUMYANTSEVA (d.en.s., prof.), V.V. SAFONOV (d.en.s., prof.), P.A. SEVOSTYANOV (d.en.s., prof.), N.A. SMIRNOVA (d.en.s., prof.), G.G. SOKOVA (d.en.s., prof.), A.N. STRELYUKHINA (d.en.s., prof.), S.SH. TASHPULATOV (d.en.s., prof.), A.A. TELITSYN (d.en.s., prof.), V.N. FEDOSEEV (d.en.s., prof.), N.M. FILIMONOVA (d.ec.s., prof.), A.V. FIRSOV (d.en.s., prof.), L.P. SHERSHNEVA (d.en.s., prof.), YU.S. SHUSTOV (d.en.s., prof.), V.P. SHCHERBAKOV (d.en.s., prof.), S.S. YUKHIN (d.en.s., prof.).

EDITORIAL COUNCIL

V.S. BELGORODSKY (d.soc.s., prof.), A.V. DEMIDOV (d.en.s., prof.), K.I. KOBRAKOV (d.en.s., prof.), A.R. NAUMOV (d.ch.s., prof.), A.P. SORKIN (d.en.s., prof.).

Executive secretary *S.L. KHALEZOV*

*Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.
Tel.: +7(4932)41-75-02, fax: +7(4932)41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpu.com
<http://ttp.ivgpu.com>*

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 01.10.2019. Signed for printing on 31.10.2019. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 35.81 conventional sheets. 36.06 conventional. Order 3231.

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 677:351.85:331.96

**УПРАВЛЕНИЕ КЛАСТЕРНЫМ РАЗВИТИЕМ
ТЕКСТИЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ
В УСЛОВИЯХ СОХРАНЕНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА
КУЛЬТУРНОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ РЫНКЕ**

**MANAGEMENT OF CLUSTER DEVELOPMENT
OF RUSSIA TEXTILE REGIONS IN THE CONDITIONS
OF PRESERVATION AND REPRODUCTION OF CULTURAL POTENTIAL
IN THE CONSUMER MARKET**

О.К. ЛУХОВСКАЯ, Л.И. ШАРОВА, А.И. ГРЕТЧЕНКО

O.K. LUKHOVSKAYA, L.I. SHAROVA, A.I. GRETCHENKO

(Ивановский филиал Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова,
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова)

(Plekhanov Russian University of Economics, Ivanovo branch,
Plekhanov Russian University of Economics)

E-mail: Ollga 37@yandex.ru; gai51@lst.ru; ivrgten_nir@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы управления процессами воспроизводства культурного потенциала текстильных регионов, обоснованы принципы совершенствования экономических отношений и предложена двухуровневая модель зонированного управления развитием текстильных кластеров в условиях сохранения традиционной народной культуры России.

The article shows the problems of management of processes of cultural potential reproduction of textile regions, analyzed are the principles of the economic relations improvement, offered is the two-level model of the zoned management of textile clusters development in the conditions of traditional national culture preservation of Russia.

Ключевые слова: управление кластерным развитием, текстильный кластер, экономические отношения, дестинации текстильных регионов, домохозяйства, участники Кластера, культурный потенциал как экономический ресурс текстильных кластеров, промыслы, ремесла.

Keywords: management of cluster development, textile cluster, economic relations, destinations of textile regions, households, participants of a cluster, cultural potential as economic resource of textile clusters, trade, crafts.

Принятие Федерального закона от 28.06.2014 №172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации" [1], изменяющаяся внешняя среда в условиях отсутствия инновационных технико-технологических процессов, реорганизация инвестирования на федеральном и региональном уровнях, а также жесткая конкуренция за средства, обеспечивающие социально-экономическое развитие, требуют от науки и практики поиска новых подходов к процессу регионального управления. В условиях неопределенности будущего текстильные регионы вынуждены прибегать к поиску нового инструментария управления, позволяющего не только существовать, но и динамично развиваться. В такой ситуации важным инструментом регионального управления становится стратегическое территориальное планирование, которое позволяет не только определить приоритетные направления развития территории, но и формировать региональную политику со встроенными механизмами адаптации и быстрого реагирования на изменяющиеся окружающие условия [2].

Формирование кластеров – основа планомерного развития территории. Теория Майкла Портера вводит понятие "кластер" – как группы географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере и характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга [3]. В условиях кластеризации территории возникает научная проблема, требующая разработки инновационной системы управления кластерным развитием текстильных регионов с учетом сохранения их культурного потенциала.

В основе системы управления кластерным развитием текстильных регионов лежит принцип формирования оптимальных социально-экономических отношений на разных уровнях воспроизводства культурного потенциала в текстильной промышленности. Речь идет о сохранении материального и нематериального культурного наследия в качестве экономических ресурсов в текстиле, а именно наделяния их вещными формами в целях общественного признания и формирования свойства удовлетворения ка-

кой-либо потребности. Вынесенные на текстильный рынок культурные блага в вещной форме приобретают экономическую форму: становятся товарами и услугами. Оптимальность экономических отношений между субъектами хозяйственной деятельности достигается за счет рационального использования ресурсов культуры текстильных регионов в их воспроизводстве. Одним из главных признаков экономического благополучия всех участников текстильного кластера является приближение текстильных территориальных комплексов к местным нематериальным и материальным источникам культурного потенциала. Это позволяет расширить объемы выпуска текстильных товаров и увеличить масштабы воспроизводства культурного потенциала.

Формирование культурного потенциала как экономического ресурса, включение его элементов в производство текстильных товаров или услуг, в свою очередь, обеспечивает социально-экономическое развитие текстильных регионов. Существует и обратная зависимость. Уровень социально-экономического развития текстильных регионов влияет на формирование потребностей в качественно новых и совершенных (уникальных) товарах и услугах культуры, что обуславливает совершенствование экономических отношений на всех этапах воспроизводства культурного потенциала в текстильной промышленности.

Под культурным потенциалом следует понимать совокупность накопленных, созданных, а также находящихся в резерве ресурсов культуры, способных неоднократно удовлетворять всеобщие культурные потребности в художественной деятельности народного хозяйства в качестве факторов производства [8]. Формируя понимание культурного потенциала текстильных регионов – как экономической категории, мы исходим из функционального содержания составляющих его элементов – быть использованным в производстве текстильных товаров и услуг, пригодных для производства продуктов в экономических формах [4]. Развивая теорию культурного потенциала – как социально-экономического ресурса национального хозяйства [5], и научные подходы

к определению характерных признаков текстильного кластера [6], предлагаем ввести в научный оборот в качестве признака "наличие культурного потенциала и (или) традиционной народной культуры (далее ТНК) как сырьевой ресурсной базы текстильного кластера".

В целях оптимизации управления процессами воспроизводства культурного потенциала в текстильной промышленности предложена модель зонированного управления развитием текстильных кластеров. В составе ее предлагается выделить дестинации двух уровней, определить общие и особые черты каждого уровня. Это позволит местным сообществам, регионам и государству в целом максимально сохранять, использовать и воспроизводить культурный потенциал текстильных регионов.

Субъектами управления текстильного кластера, развиваемых в большей степени в старопромышленных регионах, выступают как производители, так и потребители, обладающие особым внутренним культурным потенциалом. Наличие данного качества, формируемого в условиях сохранения самобытности местных сообществ, позволяет их характеризовать как особую категорию трудовых ресурсов региональных кластеров. В основе их формирования лежат сложившиеся в текстильных регионах социально-культурные связи. Это позволяет уточнить содержание научной категории – "участники кластера", характеризуемой в научной литературе как "...имеющие друг с другом устойчивые долговременные связи производственно-технологического, экономического, организационного, информационного и личного характера, обеспечивающие их интеграционное взаимодействие..." [7] и дополнить определение включением дефиниции "социально-культурные связи".

Сохраняемая местными сообществами зона развития ТНК и художественной деятельности, как наиболее привлекательная территория в развитии текстильного и швейного производства, формируется в качестве дестинации текстильного региона – места (территории) традиционного их бытования.

Уровни воспроизводства культурного потенциала встроены в модель управления

текстильным кластером.

Первая зона – зона сохранения и воспроизводства культурного потенциала местными сообществами, обеспечивающими сохранение самобытной культуры в условиях развития художественных промыслов и ремесел в текстиле, мелкосерийного текстильного и швейного производства. К субъектам деятельности относятся домохозяйства или индивидуальные производители текстильных изделий с элементами ТНК. Как правило, их называют кустарями (от немецкого *kiinstler* – искусник, художник) или мелкими производителями промышленных изделий, работающими на рынок, и ремесленниками, работающими по заказу потребителей.

Деятельность по созданию художественных текстильных изделий утилитарного и (или) декоративного назначения на первом уровне следует рассматривать как форму экономических отношений, обеспечивающих развитие сырьевой базы текстильного кластера на современном этапе. Примером может служить народный художественный промысел Палеха, сложившийся в Ивановской области в качестве ведущего вида экономической деятельности по производству товаров и услуг народного творчества.

Сохранение и развитие нематериального культурного наследия является одним из принципов формирования сырьевой стратегии развития текстильных регионов страны. Игнорирование данного принципа приводит к деформации экономических отношений в текстильной промышленности и в сфере производства продуктов ТНК в современных условиях. В итоге это может сказываться на экономической безопасности страны.

Таким образом, на первом уровне сохранения культурного потенциала текстильных регионов основу составляют местные культурные процессы, максимально приближенные к производителю и потребителю и организованные на уровне доступных и понятных им процессов воспроизводства ТНК в текстиле. Основной принцип – сохранение целостности ресурсной базы ТНК местных сообществ, исторически сформированных до-

мохозьяствами в сфере текстильного производства, художественных промыслов и ремесел.

Вторая зона – зона воспроизводства ТНК в текстильно-производственных процессах и технологиях массового выпуска текстильных и швейных товаров. Развитие социально-экономических отношений на втором уровне обеспечивается в зоне сложившихся или складывающихся текстильных кластеров.

Особая роль отводится экономическим отношениям, формирующимся в процессе производства, распределения обмена и потребления текстильных продуктов промышленного назначения. Примером такой формы могут служить экономические отношения, сложившиеся в развитии текстильной мануфактуры Ивановской области. Например, строчевышивальная технология по изготовлению постельного и столового белья с ручной и машинной вышивкой (белая строчка, белая гладь и тамбур), основанная еще в дореволюционный период, легла в основу развития строчевышивальных фабрик Ивановской области (строчевые артели в с. Пестяки, в Пучеже и т.п.).

Дестинациям каждого уровня зонированного управления текстильными кластерами свойственны свои особенные черты, но можно выделить и общие экономические условия: во-первых, доступность ресурсов ТНК (отличие – наличие аттрактивных ресурсов ТНК у производителя); во-вторых, степень вовлечения в процессы воспроизводства культурного потенциала трудовых ресурсов текстильных регионов [9] (отличие – их квалифицированность), в-третьих, уровень материально-технических фондов (отличие – масштабы производства, объем капитальных вложений); в-четвертых, владение технологиями художественного производства (отличие – способ передачи нематериальных ценностей: носителями народных традиций, от поколения к поколению, или в условиях институционально-организованных форм) и т.п.

ВЫВОДЫ

Таким образом, используя кластерный подход в практике регионального управления,

местные органы власти смогут более эффективно осуществлять региональное управление текстильной промышленностью, выявлять новые возможности привлечения дополнительных инвестиций и обеспечивать социально-экономическое развитие как отдельной территории, так и государства в целом. Более того, управление процессами формирования текстильных кластеров должно быть направлено на формирование организационного единства его участников и структурных взаимосвязей, обеспечивающих расширенное воспроизводство культурного потенциала и развитие сферы художественной деятельности в текстильном производстве. Управление процессами воспроизводства культурного потенциала в текстильном кластере объективно и закономерно приводит к усилению инновационного потенциала территории и, как следствие, к повышению ее инвестиционной привлекательности и стабильности развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 28.06.2014 №172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации" // "Собрание законодательства РФ", 30.06.2014, №26 (часть 1), ст. 3378.
2. Гретченко А.И., Горохова И.В. Плановый опыт СССР и проблемы стратегического планирования в современной России // Вестник РЭУ. – 2014, №11(77). С. 70...80.
3. Портер М.Э. Конкуренция / Пер. с англ. М.Э. Портер. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2000.
4. Арефьева Н.Т., Луховская О.К. Прогнозирование и развитие социокультурных процессов как фактор устойчивого развития региона. – Иваново: Изд-во ИГЭУ, 2010.
5. Луховская О.К. Культурный потенциал как социально-экономический ресурс национального хозяйства. – Тамбов, Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 2009.
6. Темнова Н.К. Модернизация текстильной отрасли. Кластерный подход // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 6...11.
7. Темнова Н.К. Текстильный кластер как организационный фактор инициирования экономической динамики региона // Государство и рынок: новое качество взаимодействия в информационно-сетевой экономике. – Т. 2. – СПб.: Астерион, 2007.
8. Луховская О.К. Экономические аспекты трансформации отрасли культуры в современной экономике и ее развития как сферы художественной деятельности // Международная торговля и торговая политика. – 2009, № 5. С. 82...87.

9. Степанова С.М. Перспективы развития социально-трудового потока ивановского текстильно-швейного комплекса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 2. С. 8...12.

REFERENCES

1. Federal'nyy zakon ot 28.06.2014 №172-FZ "O strategicheskoy planirovaniy v Rossiyskoy Federatsii" // "Sobranie zakonodatel'stva RF", 30.06.2014, №26 (chast' I), st. 3378.

2. Gretchenko A.I., Gorokhova I.V. Planovyy opyt SSSR i problemy strategicheskogo planirovaniya v sovremennoy Rossii // Vestnik REU. – 2014, № 11(77). S.70...80.

3. Porter M.E. Konkurentsiya / Per. s angl. M.E. Porter. – M.: Izd. dom "Vil'yams", 2000.

4. Aref'eva N.T., Lukhovskaya O.K. Prognozirovaniye i razvitiye sotsiokul'turnykh protsessov kak faktor ustoychivogo razvitiya regiona. – Ivanovo: Izd-vo IGEU, 2010.

5. Lukhovskaya O.K. Kul'turnyy potentsial kak sotsial'no-ekonomicheskyy resurs natsional'nogo khozyaystva. – Tambov, Izd-vo TGU im. G.R. Derzhavina, 2009.

6. Temnova N.K. Modernizatsiya tekstil'noy otrasli. Klasternyy podkhod // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, № 1. S. 6...11.

7. Temnova N.K. Tekstil'nyy klaster kak organizatsionnyy faktor initsirovaniya ekonomicheskoy dinamiki regiona // Gosudarstvo i rynek: novoe kachestvo vzaimodeystviya v informatsionno-setevoy ekonomike. – T. 2. – SPb.: Asterion, 2007.

8. Lukhovskaya O.K. Ekonomicheskie aspekty transformatsii otrasli kul'tury v sovremennoy ekonomike i ee razvitiya kak sfery khudozhestvennoy deyatel'nosti // Mezhdunarodnaya trgovlya i trgovaya politika. – 2009, №5. S. 82...87.

9. Stepanova S.M. Perspektivy razvitiya sotsial'no-trudovogo potoka iвановского текстильно-швейного комплекса // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 2. С. 8...12.

Рекомендована кафедрой экономики Ивановского филиала РЭУ им. Г.В. Плеханова. Поступила 04.04.19.

УДК 332.1

ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО КАК МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕГИОНОВ

PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS AS A MECHANISM FOR THE DEVELOPMENT OF THE TEXTILE INDUSTRY REGIONS

А.Б. ПЕТРУХИН, Ю.А. ДМИТРИЕВ, К.А. НЕФЕДОВА

A.B. PETRUKHIN, YU.A. DMITRIEV, K.A. NEFEDOVA

(Ивановский государственный политехнический университет,
Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)

(Ivanovo State Polytechnical University,
Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)

E-mail: a.petruhin@mail.ru

В статье проводится оценка современного состояния развития текстильной промышленности. Основанием для проведения исследования стала обозначенная Правительством ориентация на развитие промышленного производства и возобновления эффективной работы ведущих предприятий различных отраслей экономики. Особое внимание в статье уделяется государственно-частному партнерству как механизму реализации приоритетных программ развития текстильной промышленности регионов.

This article assesses the current state of development of the textile industry . The basis for the study was indicated by the government focus on the development of industrial production and the resumption of effective operation of the leading enterprises in various sectors of the economy. Special attention is paid to public-private partnership as the mechanism of realization of priority programs of development of the textile industry regions.

Ключевые слова: состояние, развитие, государственно-частное партнерство.

Keywords: state, development, public-private partnership.

Современное состояние и развитие текстильной промышленности России характеризуется высоким спросом на продукцию при недостаточном предложении со стороны отечественных производителей. Данная ситуация обуславливается рядом причин. Во-первых, доля товаров, произведенных в нашей стране, составляет лишь пятую часть всего рынка, остальную занимают импортные товары, ввозимые как на легальной основе, так и контрафактом. Так, по данным Федеральной таможенной службы, в 2013 г. доля импорта текстильных изделий возросла на 0,4% по сравнению с 2012 г. и составила 5,8% (\$18,4 млрд.). При этом увеличались как стоимость импортируемых товаров, так и физические объемы закупок [3]. Таким образом, лишь около 25...35% рынка приходится на продукцию отечественных производителей. При этом ввозимые товары предлагаются по заниженным ценам или с измененной категорией, тем самым позволяя импортерам существенно снижать размер уплачиваемых таможенных платежей, пошлин и налогов. Результатом проблемы становится губительное сокращение количества текстильных предприятий и значительный (почти в 8 раз) отток рабочих кадров.

Во-вторых, развитие текстильной промышленности в России сопряжено с производственными проблемами, характеризующимися высокой стоимостью сырья, перебоями в его поставках, необходимостью модернизации производств и нехваткой квалифицированных кадров, что нередко является причиной замораживания выпуска продукции на достаточно длительные сроки. Кроме того, старение производственных мощностей снижает способность предприятий осваивать прогрессивные технологии и вы-

рабатывать конкурентоспособные товары с высокой добавленной стоимостью, а также создает неудовлетворительные условия труда, приводящие к повышенному производственному травматизму.

Следующая группа проблем связана со сложностями обеспечения доступа предприятий к кредитным ресурсам для финансирования оборотных средств, что в свою очередь обуславливает недостаточность залогового обеспечения предприятий из-за заниженной стоимости имущества и высоких банковских процентов.

Следствием вышеуказанных проблем становится неблагоприятный инвестиционный климат, определяющий низкую рентабельность инвестиционных средств, и как результат – низкая вероятность в подъеме экономики отрасли и в увеличении производства конкурентоспособной продукции в объемах, необходимых для обеспечения национальной безопасности страны.

Для решения обозначенной проблемы требуется комплексный подход со стороны как государства, так и частных структур. Основными мерами государственной поддержки текстильной промышленности на текущий момент являются: субсидирование процентных ставок по кредитам на закупку сырья, материалов, техническое перевооружение и модернизацию производства; бюджетное финансирование отраслевой науки; финансирование мероприятий по продвижению продукции на розничные рынки (с 2013 г.).

Несмотря на возможную поддержку со стороны государства, предприятиям текстильной промышленности не стоит забывать о принятии собственных мер по стабилизации отрасли. Комплекс данных мер зак-

Т а б л и ц а 1

Направления развития	Примеры содержания направления
Поиск новых направлений применения изделий	- огнезащитная одежда; - защитные ткани от химического и биологического воздействия; - медицинский текстиль
Использование новых технологий для придания уникальных свойств – "умные ткани"	- E-Текстиль с классическим электронным устройством и современной электроникой, встроенной в текстильные волокна; - Смарт-Shirt – тип текстиля, имеющий потенциал для улучшения качества жизни, при снижении расходов на здравоохранение; - Смарт-Shirt – бронезилет, искусственные мышцы, биохимический анализ опасности защиты, физиологического мониторинга статуса, местоположения и встроенный связи и вычислительной техники
Использование новых технологий направленных на повышение качества и конкурентоспособности текстильных изделий	- негорючие, антимикробные полые сильноизвитые волокна; - токопроводящие волокна с линейным сопротивлением до 10^4 Ом/см; - полые силиконизированные сильноизвитые волокна, сохраняющие тепло и объем, которые будут востребованы при производстве постельных принадлежностей, мягкой мебели; - цветные волокна и волокна с содержанием регенерированного полимера (до 40...50%); - бикомпонентные волокна разной конфигурации

Для внедрения указанных технических и технологических решений в текстильную промышленность необходимо проведение модернизации, основными направлениями которой являются модернизация и техническое переоснащение оборудования, а также модернизация межотраслевого взаимодействия на базе промышленно-текстильных кластеров. Учитывая высокую капиталоемкость текстильных производств, для модернизации отрасли необходимы:

- значительные инвестиционные ресурсы. По экспертным оценкам для модернизации отрасли потребуется 170...180 млрд. руб.;

- расширение доступа предприятий к долгосрочным кредитам;

- кредитование в иностранных банках, поскольку они готовы предоставить "длинные" деньги под небольшой процент;

- перспективным направлением привлечения средств для модернизации оборудования можно рассматривать создание региональных отраслевых лизинговых компаний с привлечением государственного капитала [2].

Одним из механизмов решения проблем текстильной промышленности должно стать государственно-частное партнерство

(ГЧП). Актуальность ситуации обусловлена тем, что дефицит регионального бюджета, сокращение трансфертов из федерального бюджета, направляемых на реализацию инвестиционных проектов, необходимость модернизации устаревших объектов приводят к поиску внебюджетного финансирования. Реализация инфраструктурных проектов с применением механизмов ГЧП способна обеспечить региону экономический рост, привлечение инвестиций и создание новых рабочих мест [1].

Для развития ГЧП текстильной промышленности на региональном уровне необходимо:

- разработать стратегию развития с применением схем ГЧП текстильной промышленности;

- разработать нормативно-правовую базу, регламентирующую ГЧП и обеспечивающую ее функционирование в текстильной промышленности;

- разработать схему мониторинга проектов текстильной промышленности, реализуемых через ГЧП;

- ввести судебную защиту прав государства и частного бизнеса, своевременно совершенствовать нормативно-правовую базу в этой сфере;

- обеспечить введение адекватной системы тарифов на пользование объектами инфраструктуры, построенными по схемам ГЧП текстильной промышленности;

- разработать формы инвестиционных соглашений в области модернизации текстильной промышленности и установить четкий порядок их заключения;

- обеспечить постоянное взаимодействие с предприятиями области по развитию партнерских отношений в текстильной промышленности;

- организовать серию поездок по региону для расширения партнерских связей и заключить соглашения о партнерстве;

- организация и проведение конференций и форумов по развитию партнерских отношений в области развития и модернизации текстильной промышленности;

- активизировать деятельность регионального центра по поддержке и развитию ГЧП текстильной промышленности;

- обеспечить контроль за экологическими и природоохранными последствиями реализации проектов ГЧП.

Исходя из проведенного анализа, можно предложить следующую схему формирования ГЧП в текстильной промышленности (рис. 1).



Рис. 1

Эффективность реализации ГЧП текстильной промышленности будет заключаться в следующих положениях (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Для государства и текстильных предприятий		Для бизнеса	
Экономическая	достижение максимально эффективного соединения капитала, труда и природных ресурсов для получения продукта, обладающего полезностью для потребителя	повышение эффективности использования в собственных целях своих ресурсов на основе общего синергетического эффекта их слияния с ресурсами государства	
Финансовая	решение задачи привлечения и создания фондов с последующим формированием капитала для экономического использования в социальных целях	увеличение ресурсной базы бизнеса путем привлечения государственных ресурсов для повышения прибыли за счет их частичного применения в своих коммерческих целях	
Политическая	построение образа "бизнеса, заботящегося о народе"	получение гарантий со стороны государства	

ВЫВОДЫ

Таким образом, проанализированы и выявлены ключевые проблемы развития текстильной промышленности. Сформулированы направления развития и сформирована схема формирования ГЧП в текстильной промышленности. Проведена оценка эффективности развития ГЧП данной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Воротников А.М.* О развитии государственно-частного партнерства в российских регионах // Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование. – 2010, №23.

2. *Гатауллина А.А.* Государственно-частное партнерство: теоретические основы // Молодой ученый. – 2013, №9. С. 160...163.

3. *Дмитриев Ю.А.* Состояние и перспективы развития легкой и текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 4.

4. *Темнова Н.К.* Модернизация текстильной отрасли. Кластерный подход // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1.

5. *Романова К.* Обшить Россию. Россия хочет заместить импорт в текстильной промышленности // Газета.ru. Электронный ресурс: <http://www.gazeta.ru/business/2014/06/09/6056873.shtml>

6. Федеральный закон "О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 13.07.2015 № 224-ФЗ (последняя редакция).

REFERENCES

1. Vorotnikov A.M. O razvitii gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v rossiyskikh regionakh // Nedvizhimost' i investitsii. Pravovoe regulirovanie. – 2010, №23.
2. Gataullina A.A. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo: teoreticheskie osnovy // Molodoy uchenyy. – 2013, №9. S. 160...163.
3. Dmitriev Yu.A. Sostoyanie i perspektivy razvitiya legkoy i tekstil'noy promyshlennosti // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2014, № 4.
4. Temnova N.K. Modernizatsiya tekstil'noy otrasli. Klasternyy podkhod // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, №1.

5. Romanova K. Obshit' Rossiyu. Rossiya khochet zamestit' import v tekstil'noy promyshlennosti // Gazeta.ru. Elektronnyy resurs: <http://www.gazeta.ru/business/2014/06/09/6056873.shtml>

6. 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" ot 13.07.2015 № 224-FZ (poslednyaya redaktsiya).

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства ИВГПУ. Поступила 30.01.19.

УДК 330.43:332.05

ДИАГНОСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕКСТИЛЬНОГО РЕГИОНА (ПО МАТЕРИАЛАМ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ)*

DIAGNOSTICS OF INDUSTRIAL STRUCTURAL CHANGES IN THE TEXTILE REGION (BASED ON THE MATERIALS OF THE IVANOVO REGION)

O.B. ГОНОВА, В.Е. РУМЯНЦЕВА

O.V. GONOVA, V.E. RUMYANTSEVA

(Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева,
Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Agricultural Academy named D.K. Belyaev,
Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: gonovaov@mail.ru; varrym@gmail.com

В статье изучены вопросы динамических изменений, происходящих в экономике текстильного региона Российской Федерации – Ивановской области. Развитие производственной сферы, являющейся сырьевой базой текстильной промышленности, должно перейти из фазы "стихийного становления" в фазу "устойчивого роста", для которого необходима целевая региональная стратегия, со своей методологией и тактическими подходами к управлению.

* Материалы статьи базируются на научных исследованиях авторов по теме "Разработка системы количественных методов и алгоритмического инструментария для оценки и анализа структурных изменений в динамике социально-экономических преобразований Ивановской области", поддержанных Российским фондом фундаментальных исследований – РФФИ (грант №15-46-03180).

* The materials of the article are based on the authors research on "Development of a system of quantitative methods and algorithmic tools for assessing and analyzing structural changes in the dynamics of socio-economic transformations of the Ivanovo region", supported by the Russian Foundation for basic research-RFBR (grant No. 15-46-03180).

The article examines the issues of dynamic changes in the economy of the textile region of the Russian Federation – Ivanovo region. The development of the production sector, which is the raw material base of the textile industry, should move from the phase of "spontaneous formation" to the phase of "sustainable growth", which requires a targeted regional strategy, with its methodology and tactical approaches to management.

Ключевые слова: текстильный регион, параметрическая диагностика, производство, экономическая безопасность, устойчивое развитие, текстильные предприятия, льноводство.

Keywords: textile region, parametric diagnostics, production, economic security, sustainable development, textile enterprises, flax growing.

За последние годы в экономике России произошли существенные преобразования. Изменились способы управления экономикой, состав субъектов системы управления, взаимоотношения между ними, ценности и критерии оценки эффективности, что способствовало переосмыслению ключевых показателей, характеризующих ее функционирование. Это потребовало критического анализа созданных ранее теоретических положений и методических подходов к разработке направлений и путей социально-экономического развития системы управления народным хозяйством. Актуальной задачей стала разработка современного аппарата диагностики устойчивого развития региональных экономических систем. Этот инструментарий позволяет лучше понять многообразие взаимосвязей и факторов; проанализировать функционирование объекта, когда натуральный эксперимент приводит к значительным потерям времени и обходится очень дорого, а иногда просто нереален в силу непредсказуемости экономических последствий; дает возможность разработки различных вариантов дальнейшего развития изучаемого процесса в широком диапазоне исходных условий и предположений, а также позволяет корректировать стратегии управления и оценивать целесообразность их реализации на практике.

Предмет региональной диагностики носит многоаспектный характер, так как для объективной характеристики состояния и развития региона требуются огромные массивы различной исходной информации и

использование разнообразных аналитических методов и приемов.

Безусловно, составляющие предмета и методы диагностического исследования будут целиком зависеть от назначения и целевой установки его проведения, которая в каждом отдельном случае может быть разнообразной. Несмотря на это, можно выделить три основных направления целей региональной диагностики (табл. 1) [1].

Составляющие предмета региональной диагностики разнообразны и взаимосвязаны и представляют собой относительно самостоятельные предметы исследования, а именно:

- диагностику региональной ситуации – это сводная оценка и существующее сочетание основных параметров состояния территориальной системы (субъекта РФ, муниципального образования, городского поселения, населенного пункта), а также сложившихся условий и обстоятельств, характеризующих данное состояние;

- региональную проблему – это конкретное явление или процесс, вызывающие напряженность в определенном сообществе, а поэтому требующие ответных действенных мер со стороны органов власти и управления федерального, субфедерального или местного уровней;

- региональные процессы развития – это анализ направления и тех способов, с помощью которых должны рассматриваться вопросы по изменению параметров сложившейся региональной ситуации и решению определенных региональных проблем.

Направление целей региональной диагностики	Сущность направления	Источники информации и результаты
Управленческое (регулятивные цели) или "региональная политика"	Цели, которые разрабатываются различными федеральными, региональными и местными органами власти и управления для реализации их в своей деятельности	Официальные статистические источники, данные различных министерств и ведомств, реже – заказанные материалы региональных исследований. Полученные результаты используются для составления ежегодных отчетов, справок и докладов, обоснования управленческих решений
Бизнес-направление	Цели, которые разрабатываются крупными корпоративно-хозяйственными структурами для получения объективной, свободной от влияния политической конъюнктуры информации о сложившихся региональных ситуациях и проблемах	Официальные источники информации и результаты исследований, проводимых собственными маркетинговыми, информационно-аналитическими службами. Полученные результаты позволяют решать задачи захвата рынков, приобретения собственности, участия в предвыборных кампаниях, реализации социальных проблем
Исследовательское	Осуществляется научными коллективами с целью получения объективной характеристики региональных ситуаций и проблем, обоснования причин их возникновения, факторов влияния	Официальная статистика, данные различных управленческих структур, научные публикации. Полученные результаты используются для исследовательских целей и решения практических задач, а также могут быть применены для регулятивных и бизнес-целей

Исследования по каждому из направлений могут взаимодополнять друг друга, могут проводиться скоординировано, но специфика каждого направления целей региональной диагностики остается неизменной. Диагностический анализ имеет свою информационно-аналитическую базу, методологию исследования и формы представления полученных результатов [1], [7].

Теоретической основой авторского исследования служат приемы диагностики устойчивого развития экономики региона на информационной базе официальной статистики Росстата. Практической базой исследования является параметрическая диагностика производственной сферы Ивановской области с акцентом на изучение вопросов отрасли льноводства.

Традиционно Ивановская область относится к регионам с моноиндустриальной структурой, основанной на текстильном производстве. Анализ социально-экономической ситуации в области за 2008-2017 гг.

(табл. 2) позволяет сделать вывод о том, что в экономике региона наметилась стабилизация основных производственно-экономических и финансовых показателей [5].

Вклад текстильного производства для Ивановской области составляет одну треть от общего объема производства в обрабатывающих отраслях [8]. Поэтому, подчеркивая ее уникальность, ключевыми направлениями формирования региональной экономики в настоящий момент выступают: развитие текстильного кластера; машиностроительного комплекса; научно-исследовательского и инновационного секторов экономики; агропромышленного комплекса на базе местных ресурсов; совершенствование инфраструктуры; активное развитие туризма.

Поступательное развитие – важный компонент экономической безопасности. Если экономика не развивается, то резко сокращается возможность ее выживания, а также сопротивляемость и способность к адаптации к внешним и внутренним угрозам.

Таблица 2

Наименование показателей параметрической диагностики	Ед. изм.	Год/Сумма									
		2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1. Общеэкономическая характеристика											
1. Валовый региональный продукт	млн. руб.	86084	86320	109884	128905	136512	158229	157877	180517	179633	198802
2. Инвестиционная характеристика											
2. Суммарный объем инвестиций в экономику	млн. руб.	26050,6	31150	29960,8	32373,1	28761,5	33937,8	33075,5	25712,5	23287	27097,6
3. Производственная характеристика											
3. Степень износа основных промышленно-производственных фондов (ОППФ) на конец рассматриваемого периода	%	47,3	48,0	49,5	49,0	44,3	46,9	48,9	49,1	50,7	49,9
4. Научно-техническая характеристика											
4. Внутренние затраты на научные исследования и разработки	тыс. руб.	418035	394670	396564	436578	587659	557776	628958	703016	633480	576973
5. Внутренние затраты на фундаментальные научные исследования	тыс. руб.	218831	202892	177993	186739	229634	250372	257801	252989	241505	221325
5. Внешнеэкономическая характеристика											
6. Суммарный объем экспорта продукции	тыс. долл.	115305	87117,1	10006,1	117158,1	174437,4	178400	183096	138060,1	146367,8	162939,9
7. Суммарный объем импорта продукции	тыс. долл.	414664	329827	435966	578246	704800	820038	771384	470216	440896	497304
6. Финансовая характеристика											
8. Расходная часть бюджета территории	млн. руб.	227215,5	31469,9	32465,9	35765,1	40532,3	46093,8	48667,4	48992,6	47290,5	48916,7
9. Кредиторская задолженность предприятий и организаций на конец рассматриваемого периода	млн. руб.	24784,3	28765,7	34245,9	39144	51236,2	51292,4	57319,7	55428,7	61324,5	59140,4
10. Индекс потребительских цен (декабрь текущего года к декабрю предыдущего года)	раз	1,15	1,09	1,12	1,06	1,07	1,07	1,12	1,14	1,06	1,03
7. Уровень жизни населения											
11. Величина прожиточного минимума (в среднем за месяц)	руб.	4600	4642	5440	5738	6018	7036	8170	9041	9373	9488

Развитие региона определяется прежде всего его состоянием и потенциальными возможностями. Не владея информацией о достоверных величинах и возможностях региональных ресурсов, имея диспропорции в их использовании, невозможно выработать действенную социально-экономическую политику для достижения сбалансированного развития. Итоги анализа слабых и сильных сторон Ивановского региона позволяют нам наметить вектор его дальнейшего развития (табл. 3) [7].

Учитывая важный параметр дальнейшего развития текстильного региона, кото-

рый связан с выращиванием и переработкой льна, необходимо выделить его в качестве приоритетного на среднесрочную перспективу трансформации агросферы. Данная задача в настоящий момент стоит не только перед региональными структурами, она носит общегосударственное значение. Главными проблемами производителей российской текстильной промышленности на сегодняшний день являются острейшая конкуренция с иностранными производителями, высокая изношенность производственного оборудования, а также зависимость от иностранного сырья и оборудования [6].

Т а б л и ц а 3

Сильные позиции текстильного региона	Слабые позиции текстильного региона
<p><i>Экономическое развитие</i></p> <p>* Интенсивный рост промышленного производства, рост доходов бюджета свидетельствуют о росте экономической активности, способствуют росту расходов бюджета и поддержке внутреннего спроса региона.</p> <p><i>Технологическое развитие</i></p> <p>1. Отраслевая специализация региона</p> <p>* Природные условия, благоприятные для развития растениеводства (кормопроизводства) и отрасли молочного скотоводства.</p> <p>* Приоритетное развитие пищевой промышленности с целью обеспечения продовольственной безопасности региона.</p>	<p><i>Экономическое развитие</i></p> <p>* Низкий объем промышленного производства.</p> <p>* Самый высокий инвестиционный риск среди регионов ЦФО и низкий инвестиционный потенциал делают регион непривлекательным для инвесторов.</p> <p><i>Технологическое развитие</i></p> <p>1. Отраслевая специализация региона</p> <p>* Низкое технологическое развитие сельскохозяйственной отрасли делает доходы населения, занятого в сельском хозяйстве, низкими, что снижает платежеспособный спрос на территории региона.</p> <p>* Специализация региона на проблемной отрасли (легкая промышленность).</p>
Возможности	Угрозы
<p>1. Преимущества региона</p> <p>* Специализация региона на легкой промышленности.</p> <p>* Природные условия, благоприятные для развития льноводства.</p> <p>2. Реализация конкурентных преимуществ</p> <p>* Развитие легкой промышленности возможно только в случае масштабной модернизации существующих производств и смены менеджмента предприятий. Для этого необходимы усилия местной власти по созданию благоприятных условий инвестиций в текстильную отрасль.</p> <p>* Перспективным для региона является наличие природно-климатических условий, благоприятных для выращивания льна, который является сырьем для текстильной промышленности.</p>	<p>1. Специализация региона на одном виде промышленности делает его экономику подверженной риску масштабного экономического спада, связанного со стагнацией в этой отрасли.</p> <p>2. Риск усиления темпа инфляции, вызванный как интенсивным ростом цен производителей, так и дисбалансом спроса и предложения на конкретном рынке. Усиление темпа инфляции снижает покупательную способность населения и соответственно величину внутреннего платежеспособного спроса.</p>

Для эффективного решения проблем в льноводстве и вывода отрасли на передовые позиции Россия располагает всем необходимым потенциалом. Лен-долгунец – важнейшая техническая культура России, максимально адаптированная к ее почвенно-климатическим условиям, позволяющая в

значительной мере обеспечить импортозамещение хлопка. Основная задача, стоящая перед льняной отраслью сегодня – создание надежной отечественной сырьевой базы для льноперерабатывающих предприятий. От ее решения зависит экономическая и стратегическая безопасность страны, кото-

рая определяется необходимостью иметь хорошо отлаженное производство отечественного волокнистого сырья и продуктов из него гражданского и оборонного значения. Импорт хлопка-сырца из-за значительно возросших закупочных цен становится экономически невыгодным. Роль льна-долгунца как стратегической прядильной культуры – неуклонно возрастает, так как уровень сырьевой независимости, по текущим оценкам, составляет менее 50 % [2], [3].

На протяжении длительного времени страна уверенно выступала крупным поставщи-

ком льнопродукции на внутреннем и международном рынках. Россия занимает первое место в мире по выращиванию данной культуры, где лен растет на севере Центрального района, на юге Северо-Запада, а также в Западной Сибири и на Урале. В табл. 4 приведена аналитическая характеристика валового сбора льноволокна (в хозяйствах всех категорий; тыс. тонн) и представлено ранжирование федеральных округов и отдельных областей (территорий) РФ по соответствующим позициям.

Т а б л и ц а 4

Регионы Российской Федерации	2005 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Место в 2017 г.
Российская Федерация	55,9	35,2	43,4	46,1	39,0	37,2	45,2	41,2	38,8	
Центральный федеральный округ	23,0	9,2	12,8	13,5	12,1	13,0	14,8	14,4	12,6	1
Белгородская область	-	-	0,0	-	-	-	-	-	0,1	14
Брянская область	3,0	0,8	1,2	1,5	1,0	2,3	3,0	2,4	2,6	7
Ивановская область	1,7	0,5	1,2	0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	-	-
Костромская область	0,6	0,6	1,2	1,4	0,8	0,1	0,2	0,0	0,0	15
Московская область	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	16
Смоленская область	4,6	0,8	1,1	2,1	2,7	2,8	3,8	5,1	4,5	3
Тверская область	9,8	4,4	5,6	5,4	5,5	5,8	5,8	5,0	4,0	5
Тульская область	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Ярославская область	1,9	2,1	2,4	2,4	2,0	1,7	1,9	1,8	1,3	12
Северо-Западный федеральный округ	5,2	4,1	3,6	3,1	3,1	4,8	5,4	4,8	3,3	4
Вологодская область	4,5	3,4	2,8	2,2	2,2	3,8	4,3	3,4	1,9	9
Новгородская область	0,2	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	11
Псковская область	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-
Приволжский федеральный округ	11,0	4,9	9,1	11,2	5,7	5,5	7,3	7,7	8,3	3
Республика Марий Эл	1,2	0,0	0,1	-	-	0,0	-	-	-	-
Республика Татарстан	0,6	0,0	0,9	1,1	0,7	1,4	1,4	1,4	1,5	10
Удмуртская Республика	6,7	2,8	4,4	5,6	0,8	2,5	3,6	3,9	4,5	2
Кировская область	1,0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	-	-
Нижегородская область	1,4	1,7	2,9	3,6	3,8	1,4	2,1	2,2	2,3	8
Уральский федеральный округ	0,2	0,0	0,5	0,2	0,2	0,3	2,5	0,9	2,6	5
Курганская область	0,1	0,0	0,5	0,2	0,2	0,3	2,5	0,9	2,6	6
Сибирский федеральный округ	16,5	17,0	17,4	18,0	18,0	13,6	15,3	13,5	12,0	2
Алтайский край	7,5	6,6	6,4	4,8	4,6	4,4	4,6	4,8	4,1	4
Новосибирская область	8,0	6,2	6,2	6,6	6,5	5,2	3,4	0,0	-	-
Омская область	0,3	2,2	3,0	4,7	5,3	3,2	6,2	7,5	6,9	1
Томская область	0,7	2,0	1,7	1,9	1,6	0,8	1,2	1,2	1,0	13

В 2018 г. в Ивановской области восстановлены посевы льна-долгунца. В 2017 г. лен-долгунец в регионе не выращивался совсем, а в 2016 г. посевы этой культуры не превышали 100 гектар. Общая посевная площадь льна в 2018 г. составила около

430 гектаров. Общий сбор составил 78 т льноволокна. Динамика валового сбора и изменения посевных площадей льна-долгунца в Ивановской области представлена на рис. 1.

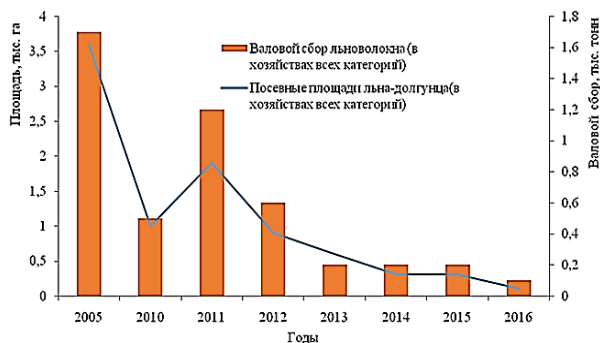


Рис. 1

Лен сегодня – одна из наиболее перспективных культур. Он имеет высокую экспортную ценность: льноволокно пользуется практически стопроцентным спросом, помимо текстильной отрасли его компоненты широко применяются в строительстве, машиностроении, а также в военной и космической промышленности [3].

Несвязанная господдержка для производителей льна-долгунца в регионе составляет 10 тыс. руб. на гектар. Факторами, сдерживающими развитие льняной отрасли не только в Ивановской области, но и в других регионах, является нехватка современной специализированной льноуборочной техники, семеноводческой базы и предприятий по первичной переработке льна. Главной проблемой, с которой сталкиваются сельскохозяйственные товаропроизводители, заключается в том, что для выработки высокономерного волокна необходима качественная льнотреста, а для ее производства требуется парк современных самоходных и прицепных льноуборочных машин. В настоящее время российский льняной рынок не обеспечивается поставками высокотехнологичной техники и оборудования.

Кроме этого в стране наблюдается дефицит семян отечественной селекции в связи с отсутствием системы семеноводства.

Основным препятствием для развития Ивановского льноводства является отсутствие в регионе предприятий по первичной переработке льна. В правительстве Ивановской области сформирована рабочая группа для оперативного решения вопросов, связанных с обеспечением эффективного развития данной отрасли. Компанией "Мануфактура Балина" на территории Южского

района реализуется инвестиционный проект. Его реализация в перспективе позволит обеспечить производство высококачественного котонина, смесовой пряжи, тканей из натурального сырья в общем объеме порядка 5 тыс. т в год. Представителям аграрного бизнеса в 2019 г. предстоит удвоить посевные показатели, а в 2020 г. площадь должна вырасти до 2000 гектаров [3], [4].

Важность строительства в регионе предприятия по первичной переработке льна отмечают как сельхозпроизводители, так и руководители текстильных предприятий. При наличии каналов сбыта внутри региона аграрии готовы увеличивать посевные площади льна-долгунца в Ивановской области. Текстильные предприятия в свою очередь заинтересованы в поставках качественного сырья. Появление в регионе современного предприятия по производству длинного льноволокна позволило бы изменить ситуацию в отрасли.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволяет констатировать, что в настоящее время промышленный комплекс текстильного региона выдвигает на первый план проблему эффективного использования имеющегося экономического потенциала и мобилизации внутренних резервов. Существует объективная необходимость не восстанавливать дореформенную структуру промышленности Ивановской области, а контролировать и регулировать стихийно проходящую структурную перестройку экономики во всех сферах производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гонова О.В., Ильченко А.Н. Диагностика экономической и продовольственной безопасности региона в условиях модернизации. – Иваново: Ивановская ГСХА имени академика Д.К. Беляева, 2011. С.128...129.
2. Гонова О.В., Малыгин А.А., Воробьева О.К. Информационный процесс параметрического мониторинга оценки устойчивости производства продукции сельского хозяйства / Статистика в цифровой экономике: обучение и использование // Мат. Междунар. науч.-практ. конф.: (Санкт-Петербург, 1-2 февраля 2018 г.). – Изд-во СПб ГЭУ, 2018. С.183...185.

3. *Задорова О.В., Гонова О.В.* Перспективы развития льноводства в Ивановской области // Молодежь и инновации // Мат. XV Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов (г. Чебоксары, 14-15 марта 2019 г.). – Чебоксары, 2019. С. 485...488.

4. Ивановская газета. В Ивановской области вновь начали выращивать лен. [Электронный ресурс] URL: <http://ivgazeta.ru/read/28997> (дата обращения 14.10.2019).

5. Информация с сайта Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ивановской области [Электронный ресурс] URL: <https://ivanovo.gks.ru/> (дата обращения 18.11.2019).

6. *Козлова О.А.* Политика импортозамещения как один из основных источников роста российской текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №2. С.70...75.

7. *Ильченко А.Н., Петров А.Н., Гонова О.В., Рычихина Н.С., Кузнецова С.В., Бегларян Л.Р.* Методология измерений и структурная эволюция региональной экономики: тенденции развития в XXI веке. – Иваново, Ивановский гос. хим.-технол. ун-т, 2018. С.155...182.

8. *Мошкаркина М.В., Кукукина И.Г.* Оценка интенсивности конкуренции в текстильной отрасли Ивановской области // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №3. С. 5...6.

REFERENCES

1. Gonova O.V., Il'chenko A.N. Diagnostika ekonomicheskoy i prodovol'stvennoy bezopasnosti regiona v usloviyakh modernizatsii. – Ivanovo: Ivanovskaya GSKhA imeni akademika D.K. Belyaeva, 2011. S.128...129.

2. Gonova O.V., Malygin A.A., Vorob'eva O.K. Informatsionnyy protsess parametricheskogo monitoringa otsenki ustoychivosti proizvodstva produktsii sel'skogo khozyaystva. / Statistika v tsifrovoy ekonomike: obuchenie i ispol'zovanie // Мат. Mezhdunar. науч.-практ. конф.: (Sankt-Peterburg, 1-2 fevralya 2018 g.). – Izd-vo SPb GEU, 2018. S.183...185.

3. Zadorova O.V., Gonova O.V. Perspektivy razvitiya l'novodstva v Ivanovskoy oblasti // Molodezh' i innovatsii // Мат. XV Vseros. науч.-практ. конф. molodykh uchenykh, aspirantov i studentov (g. Cheboksary, 14-15 marta 2019 g.). – Cheboksary, 2019. S.485...488.

4. Ivanovskaya gazeta. V Ivanovskoy oblasti vnov' na-chali vyrashchivat' len. [Elektronnyy resurs] URL: <http://ivgazeta.ru/read/28997> (data obrashcheniya 14.10.2019).

5. Informatsiya s sayta Territorial'nogo organa Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Ivanovskoy oblasti [Elektronnyy resurs] URL: <https://ivanovo.gks.ru/> (data obrashcheniya 18.11.2019).

6. Kozlova O.A. Politika importozameshcheniya kak odin iz osnovnykh istochnikov rosta rossiyskoy tekstil'noy promyshlennosti // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, №2. S.70...75.

7. Il'chenko A.N., Petrov A.N., Gonova O.V., Ry-chikhina N.S., Kuznetsova S.V., Beglaryan L.R. Metodologiya izmereniy i strukturnaya evolyutsiya regional'noy ekonomiki: tendentsii razvitiya v XXI veke. – Ivanovo, Ivanovskiy gos. khim.-tekhrol. un-t, 2018. S.155...182.

8. Moshkarina M.V., Kukukina I.G. Otsenka intensivnosti konkurentsii v tekstil'noy otrasli Ivanovskoy oblasti // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, №3. S. 5...6.

Рекомендована кафедрой естественных наук и технологической безопасности ИВГПУ. Поступила 23.08.19.

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ЛИНЕЙНОГО ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

MODEL OF FORMATION OF COMPETENCES OF LINEAR PERSONNEL OF THE ENTERPRISES OF THE TEXTILE INDUSTRY

И.Ф. ЖУКОВСКАЯ, М.В. КРАСНОВА, И.И. САВЕЛЬЕВ

I.F. ZHUKOVSKAYA, M.V. KRASNOVA, I.I. SAVELEV

(Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимирский юридический институт Федеральной службы исполнения наказаний России)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs, Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia)

В данной статье проводится оценка состояния текстильной промышленности, проблем кадрового обеспечения и производительности труда. Основанием для проведения исследования стала обозначенная правительством ориентация на формирование необходимых компетенций кадров. Предложена модель формирования компетенций линейного персонала предприятий текстильной отрасли.

In this article is carried out the assessment of a condition of the textile industry, problems of staff-ing and labor productivity. The orientation to formation of necessary competences of shots designated by the government became the basis for carrying out a research. There is offered the model of formation of competences of linear personnel of the enterprises of the textile industry.

Ключевые слова: текстильная промышленность, человеческий капитал, компетенции персонала.

Keywords: textile industry, human capital, competences of personnel.

Кардинальные изменения в экономике России, начавшиеся в конце прошлого столетия, привели к существенным изменениям во всех отраслях, в том числе и в текстильной промышленности. В настоящее время рынок изделий отечественной текстильной промышленности отличается разбалансированностью между спросом и предложением. Сложившаяся ситуация обусловлена рядом причин. Во-первых, за последние четверть века индекс производства текстильной и швейной промышленности по данным Росстата сократился в 2017 г. до 34,05% от уровня 1992 г. Анализ динамики объемов производства за анализируемый период позволяет выделить несколько периодов их падения и последующего восстановительного

роста. Либерализация рынка в 1992 г. привела к стремительному сокращению объемов производства, а впоследствии и предприятий текстильной промышленности. В 2000-е гг. наблюдался незначительный рост, достигший пика в 2006 г. (111,8%). Однако глобальный финансовый кризис 2008 г. и взаимные санкционные войны (начавшиеся в 2014 г. и продолжающиеся до сих пор) привели к заметному сокращению зарегистрированных предприятий текстильной промышленности (7,7 тыс. в 2017 г.). Растет и концентрация производства. В 2015 г. 71,57% суммарного объема текстильных изделий производилось на 50 предприятиях (в 2010 г. – 62,01%). Тем не менее, в отрасли есть отдельные точки роста, связанные с произ-

водством синтетических тканей, но их производство в полной мере не замещает снижения объемов производства натуральных тканей. Во-вторых, развитие текстильной промышленности в России сопряжено с высокой стоимостью сырья (особенно натурального) и перебоями в его поставках, необходимостью модернизации производств и низкой инвестиционной привлекательностью отрасли, что отражается в устойчивом тренде снижения финансовых вложений в основной капитал. Только за 2011-2017 гг. объем инвестиций в текстильное и швейное производство (подраздел DB) сократился с 11056,1 млн. руб. до 9473,4 млн. руб. На фоне кризисного сокращения спроса этот тренд не удается переломить даже при активной государственной поддержке. Не способствует росту отрасли и ограниченность доступа к кредитным ресурсам для финансирования оборотных средств. В-третьих, низкий уровень управляемости и конкурентоспособности национальных производителей привели к потере национальных сегментов рынка, доля которых не превышает 26...27%. При этом импортная продукция предлагается в основном по заниженным ценам, а выросшая до огромных размеров доля контрафакта приводит к дальнейшим потерям рынка сбыта. В-четвертых, параллельно с сокращением количества предприятий отрасли происходило и сокращение численности занятых работников. Так, в текстильном производстве за 2009-2017 гг. численность занятых сократилась с 146,9 до 87,8 тыс. человек. Несмотря на рост заработной платы в текстильном производстве с 2010 г. по 2018 г. более чем в 2 раза (с 10970 руб. до 24384 руб.), она остается одной из самых низких в народном хозяйстве, что ведет к дальнейшему оттоку квалифицированной рабочей силы из отрасли и снижению производительности труда. По материалам исследований Института анализа предприятий и рынков НИУ ВШЭ руководители предприятий обрабатывающих отраслей второй по значимости проблемой обозначили дефицит квалифицированной рабочей силы (первая проблема – это высокое налогообложение) [2, с. 144...145].

Таким образом, сохранение низкого уровня оплаты труда, отсутствие мотивационных механизмов к эффективному труду, ухудшение качества человеческого капитала, снижение производительности труда выступают главным ограничителем модернизации отрасли и ее расширенного воспроизводства в условиях необходимости обеспечения импортозамещения. В этих условиях компетентность используемого в отрасли человеческого капитала для выполнения своих профессиональных обязанностей определяется требованиями отрасли и рынка и отражается в профессиональных стандартах.

Существенный вклад в разработку теории человеческого капитала и методологию его оценки внесли Г. Беккер, В. Боуэн, Б. Вейсборд, Э. Долан, Д. Минер, Л. Туроу, Т. Шульц, В.П. Антонюк, С.А. Дятлов, Н.Н. Критский и др. Исследованию категории "трудовой потенциал" посвящены работы К.Х. Абдурахманова, В.С. Буланова, Н.А. Волгина, Л.С. Дегтярь, Ю.Г. Одегова, А.А. Попова, Б.В. Ракитского, Г.Г. Руденко, Г.П. Сергеева и др. Разработкой компетентностного подхода в управлении персоналом занимались Д. МакКлеланд, Р. Бояцис, Л. Спенсер и С. Спенсер, С. Уиддет, С. Холлифорд, А.Я. Кибанов, С.О. Кондратов, Е.А. Митрофанова, А.Ю. Мисаилов, В.Г. Коновалова, О.Л. Белова, В.Г. Черемисина и др.

Цель работы заключается в исследовании проблем обеспечения текстильной отрасли квалифицированными кадрами, низкой производительности труда и разработке модели формирования компетенций линейного персонала.

Важную роль в повышении производительности труда и качества выпускаемой продукции играет подготовка высококвалифицированных рабочих и специалистов. В настоящее время большинство предприятий текстильной промышленности отказываются от закупки оборудования именно из-за отсутствия кадров по его эксплуатации и ремонту. Происходит это потому, что с начала реформ количество учебных учреждений начального и среднего профессионального образования сократилось почти в 3,5 раза, что привело к сокращению их вы-

пускников почти в 3 раза. Так, в 2017 г. по специальности "Технология легкой промышленности" были подготовлены всего 8,7 тыс. чел. (в 2016 г. – 9,4 тыс. чел.). Кроме того, база большинства профессиональных училищ до сих пор оснащена морально устаревшим оборудованием. В итоге доля рабочих низших (1...3-го) разрядов примерно такая же, как и высококвалифицированных работников (4...6 разрядов) – 53,3%. Существует в отрасли и дефицит линейных сотрудников (инженеров, технологов, маркетологов, менеджеров, управленческих кадров и др.), знающих специфику отрасли, способных умело вести производство и бизнес в условиях рынка и международных стандартов. Поэтому в отрасли возрастает заинтересованность в подготовленном по единым отраслевым стандартам персонале с определенным набором и уровнем профессиональных компетенций. Однако, несмотря на то, что с 01.01.2017 г. в силу вступил Федеральный закон от 03.07. 2016 г. № 238-ФЗ "О независимой оценке квалификации", разработка профессиональных стандартов для текстильной отрасли не завершена. В силу этого и возникают неотложные потребности в подготовке, переподготовке и повышении квалификации специалистов не только высшего, но и среднего и низшего звена.

В компетенции специалистов текстильного производства включаются:

- профессиональные (технические), характерные для сферы текстильного производства;

- мобильные (социально-коммуникативные, технологические), необходимые для управления эффективной трудовой деятельностью работников различных профессий [1, с. 60];

- художественно-эстетические, направленные на формирование художественно-графической и конструктивной логики и восприятия;

- компетенции субъекта жизнедеятельности, необходимые для личностного саморазвития, получения новых знаний и адаптации имеющихся компетенций к новым

экономическим и технологическим требованиям, охраны здоровья и безопасности и др.

На нынешнем этапе потребности в подготовке, переподготовке и повышении квалификации специалистов среднего и низшего звена работников текстильной промышленности возможно снизить в созданных при образовательных организациях учебно-технологических центрах переподготовки и повышения квалификации кадров. В этих структурах обучение должно быть направлено не только на переподготовку и повышение квалификации для специалистов с высшим непрофильным образованием или проведение занятий по профессиональной подготовке специалистов из других отраслей, но и на построение вектора профессионального развития потенциального специалиста текстильной промышленности – проведение занятий для учащихся специализированных школ (9...11 классов) по рабочим специальностям; проведение практик для студентов 1...4 курсов профильных учебных заведений; проведение обучения линейного персонала текстильных предприятий (по основным направлениям деятельности) по освоению смежных профессий, а также проведение профессиональных стажировок на модернизированных и инновационных предприятиях и организация курсов по освоению специальных информационных технологий. Определяя цель деятельности подобных Центров, как формирование профессиональных компетенций персонала текстильной промышленности, соответствующих требованиям современности, можно представить следующую модель формирования компетенций линейного персонала предприятий текстильной промышленности (табл. 1).

Планирование и реализация всех этапов процесса обучения зависят от запросов, особенностей обучающихся, их текущей квалификации. В процессе повышения квалификации у работника организации формируются специфические профессиональные навыки посредством специальных методов обучения.

Цель			
Формирование профессиональных компетенций			
Задачи			
Формирование профессионально-технических компетенций	Формирование художественно-эстетической компетенции	Формирование организационных компетенций	Формирование социально-коммуникативных компетенций
Направления			
Профессионально-техническое	Художественно-эстетическое	Организационное	Социально-коммуникативное
Теоретическая подготовка			
Приобретение знаний о технологиях и стандартах производства изделий текстильной промышленности	Формирование художественно-эстетического блока знаний	Приобретение знаний об организации процесса производства	Формирование социально-коммуникативных знаний
Профессиональная (технологическая) подготовка			
Приобретение навыков по технологии и стандартам выпуска продукции	Получение художественно-графических конструкторско-технических, композиционных навыков	Формирование навыков управления взаимодействием в бизнес-процессах	Приобретение навыков коммуникации, освоение приемов и методов делового общения
Психологическая подготовка			
Формирование клиентоориентированности, прогнозирования трендов и запросов потребителей	Развитие художественно-эстетического восприятия, цветоразличения	Формирование навыков самоорганизации и самоконтроля	Развитие социально-коммуникативных способностей
Результат			
Производственно-технологические навыки и оценка их качества	Навыки художественно-эстетические	Навыки организации бизнес-процессов	Навыки деловой коммуникации
Готовность обучающихся (персонала) к деятельности в соответствии с профессиональными стандартами			

Примечание. Составлено авторами.

За счет расширения теоретических знаний и практических умений происходит рост творческой активности и инициативности обучающихся, возможность реализовывать результаты их учебных проектов на предприятиях. Осознание важности профессиональной деятельности закладывает основу профессиональной и социальной компетентности личности и ее последующее влечение к профессиональному росту. При отсутствии профессиональных стандартов и скорейшего повышения производительности отрасли частичным решением проблемы может стать развитие системы социального партнерства в рамках смешанного обучения, построенного на модели 70:20:10 [3], для специалистов среднего звена, для рабочих профессий – дуального обучения, а также системы переподготовки и повышения квалификации персонала. А в дальнейшем – образование триединого партнерства (государство-бизнес-образование) при формировании промышленных кластеров в ре-

гионах, ядром которого должен стать образовательный комплекс, основная цель деятельности которого – это подготовка кадров, обладающих компетенциями, определенными в профессиональных стандартах.

ВЫВОДЫ

1. В современных условиях развития текстильной промышленности приоритетное значение приобретают качественные характеристики человеческого капитала, что, в свою очередь, определяет необходимость обладания работниками определенного набора компетенций, что несомненно отразится на росте производительности труда.

2. Компетенции являются основой профессиональной деятельности руководителей всех звеньев с целью успешного выполнения профессиональной деятельности.

3. Предложенная модель формирования компетенций линейных менеджеров способствует расширению практического опы-

та с учетом системного и практикоориентированного подходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мисаилов А.Ю. Роль компетенций в деятельности руководителя производственного предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 2. С. 59...65.

2. Радаев В.В., Данилина В.Н., Котельникова З.В., Назарбаева Е.А. Текущее состояние и перспективы развития легкой промышленности в России // Докл. к XV Апр. Междунар. науч. конф, по проблемам развития экономики и общества (Москва. 1-4 апр. 2014 г.). – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014.

3. Battele John. The 70 Percent Solution: Google CEO Eric Schmidt gives us his golden rules for managing innovation // CNN Money magazine. November 28, 2005. - URL: https://money.cnn.com/2005/11/28/news/newsmakers/schmidt_biz20_1205/

REFERENCES

1. Misailov A.Yu. Rol' kompetentsiy v deyatelnosti rukovoditelya proizvodstvennogo predpriyatiya // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, № 2. S. 59...65.

2. Radaev V.V., Danilina V.N., Kotelnikova Z.V., Nazarbaeva E.A. Tekushchee sostoyanie i perspektivy razvitiya legkoy promyshlennosti v Rossii // Dokl. k XV Apr. Mezhdunar. nauch. konf, po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva (Moskva. 1-4 apr. 2014 g.). – M.: Izd. dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2014.

3. Battele John. The 70 Percent Solution: Google CEO Eric Schmidt gives us his golden rules for managing innovation // CNN Money magazine. November 28, 2005. - URL: https://money.cnn.com/2005/11/28/news/newsmakers/schmidt_biz20_1205/

Рекомендована кафедрой частноправовых дисциплин факультета права и управления ВЮИ ФСИН России. Поступила 10.01.19.

УДК 336.1:336.7

МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОЦЕНТНОГО КАНАЛА МОНЕТАРНОЙ ПОЛИТИКИ И РАЗВИТИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ (НА ПРИМЕРЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)*

INTERACTION MECHANISM OF THE PERCENTAGE CHANNEL OF MONETARY POLICY AND DEVELOPMENT OF SEPARATE TYPES OF PROCESSING PRODUCTIONS (FOR EXAMPLE, THE TEXTILE INDUSTRY)

М.А. АБРАМОВА, С.Е. ДУБОВА, С.В. КРИВОРУЧКО

M.A. ABRAMOVA, S.E. DUBOVA, S.V. KRIVORUCHKO

(Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации)

(Financial University under the Government of the Russian Federation)

E-mail: MAbramova@fa.ru; SEDubova@fa.ru; SKrivoruchko@fa.ru

Предметом исследования в статье являются особенности влияния процентного канала современной монетарной политики на развитие отдельных видов обрабатывающих производств в российской экономике. В качестве примера выбрана текстильная промышленность. Обоснованием выбора именно

* Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета 2019 года.

этого вида обрабатывающего производства является тот факт, что, во-первых, именно продукция текстильной промышленности во многом формирует потребительский спрос, во-вторых, является системообразующим фактором развития такого крупного региона России, как Ивановская область. Цель статьи – выявить факторы и условия, способствующие активизации влияния процентного канала монетарной политики на развитие одного из видов обрабатывающего производства в России. Методология исследования базируется на использовании системного, эволюционного и институционального подходов. Результат исследования – раскрыты особенности влияния процентного канала трансмиссионного механизма современной денежно-кредитной политики Банка России на отдельные сектора экономики. Вносятся предложения по стимулирующему воздействию процентного канала в его взаимосвязи с кредитным каналом трансмиссионного механизма государственной денежно-кредитной политики России.

The subject of this research is the influence of the interest channel of modern monetary policy on the development of certain types of manufacturing in the Russian economy. The textile industry was chosen as an example. The justification for choosing this particular type of manufacturing is the fact that, firstly, it is the textile industry products that largely shape consumer demand, and secondly, it is a system-forming factor in the development of such a large region of Russia as the Ivanovo region. The purpose of the article is to identify factors and conditions that enhance the influence of the interest channel of monetary policy on the development of one of the types of manufacturing in Russia. The research methodology is based on the use of systemic, evolutionary and institutional approaches. The result of the study - the features of the influence of the percentage channel of the transmission mechanism of the modern monetary policy of the Bank of Russia on certain sectors of the economy are disclosed. Suggestions are made on the stimulating effect of the interest channel in its relationship with the credit channel of the transmission mechanism of the state monetary policy of Russia.

Ключевые слова: кредитный и процентный каналы трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики, монетарная политика, инвестиционные кредиты, обрабатывающие производства, текстильная промышленность.

Keywords: credit and interest channels of the transmission mechanism of monetary policy, monetary policy, investment loans, manufacturing, textile industry.

Среди перечня каналов трансмиссионного механизма современной государственной денежно-кредитной политики России¹ (процентный, кредитный, курсовой, инфляционных ожиданий, цен активов и принятия риска) наиболее значимым Банком России определяется процентный канал, как основной канал влияния денежно-кредитных

факторов на экономику России, ее отдельные сферы и виды производств [1...3]. При этом Банк России полагает, что именно на уровень процентной ставки, определяемой ключевой ставкой, реагируют субъекты рынка – как бизнес, так и население, соответственно ей же определяются экономическая динамика и инфляционные ожидания. С од-

¹ [https://www.cbr.ru/Content/Document/File/48125/on_2019\(2020-2021\).pdf](https://www.cbr.ru/Content/Document/File/48125/on_2019(2020-2021).pdf)

ной стороны, это действительно так: Банк России понижает ключевую ставку, делая доступными кредиты как на уровне макроэкономических процессов (развитие системы рефинансирования кредитных органи-

заций со стороны Центрального банка), так и на микроэкономическом уровне (кредитование субъектами кредитной системы организаций реального сектора экономики).

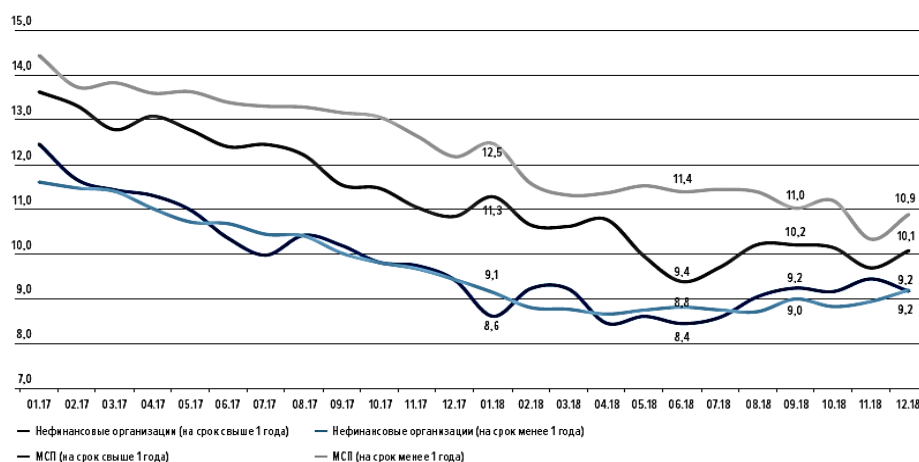


Рис. 1

Однако сегодня соотношение процентных ставок по кредитам и уровня рентабельности организаций в большинстве отраслей экономики, в том числе в различных видах обрабатывающих производств, таково, что рентабельность ниже среднего уровня процентных ставок по кредитам. Так, рентабельность продукции текстильных предприятий в 2017 и 2018 гг. складывалась на уровне соответственно 8,3 и 8,7%, тогда как в тот же период процентные ставки по кредитам свыше года находились на уровне 8,4 и 9,2% соответственно. При этом в начале рассматриваемого периода

уровень процентных ставок составлял более 12% годовых.

Стоимость кредитов сроком менее года находилась в том же диапазоне (рис. 1 – средневзвешенные процентные ставки по рублевым кредитам нефинансовым организациям, % годовых. Источник: Отчет о развитии банковского сектора и банковского надзора в 2018 году // http://www.cbr.ru/content/document/file/72560/bsr_2018.pdf, С.23; табл. 1 – рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг), отдельных видов обрабатывающих производств, %).

Таблица 1

Виды экономической деятельности		2017 г.	2018 г.
Обрабатывающие производства		10,9	12,8
1	Производство пищевых продуктов	7,7	9,2
2	Производство текстильных изделий	8,3	8,7
3	Производство одежды	7,7	9,2
4	Производство кожи и изделий из кожи	9,3	6,0
5	Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	6,7	13,8
6	Производство мебели	5,3	5,9
7	Производство резиновых и пластмассовых изделий	8,1	8,1
8	Производство кокса и нефтепродуктов	8,0	9,0
9	Производство электрического оборудования	7,9	8,4
10		

Примечание. Составлено авторами по материалам: Россия в цифрах 2019 // http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/rusfig/rus19.pdf, С.260-265.

Такое соотношение, во-первых, свидетельствует об отсутствии возможностей предприятий текстильной и многих других подотраслей обрабатывающей промышленности широко использовать банковские кредиты на цели финансирования основных и оборотных средств, во-вторых, делает для банков невыгодным кредитование реального сектора производства, так как нет уверенности в возврате кредита при существующем уровне рентабельности организаций. Более того, кредитование в условиях повышенного риска вынуждает банки формировать и повышенные резервы. Поэтому процентный канал трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики при теоретически верном утверждении о необходимости снижения уровня ключевой ставки как первом этапе действия канала не может автоматически "запустить" развитие реального сектора экономики, в том числе большинства видов обрабатывающих производств как основу реального роста национальной экономики.

Осознание современной экономики как экономики системы [4] предполагает системный подход к ее анализу и анализу функционирования ее отдельных сфер и отраслей. В этом смысле уместно заметить, что в структуре выпуска по отраслям экономики на долю обрабатывающих производств, в состав которых входит текстильная промышленность, в 2017-2018 гг. приходилась четверть всего выпуска продукции (24,9% в 2017 г. и 25,7% в 2018 г.)². То есть обрабатывающая промышленность является абсолютным лидером по объемам выпускаемой продукции. На долю следующей за ней – торговли приходится около 13%.

В контексте системного подхода приходит понимание, что развитие отдельных отраслей экономики может оказывать мультиплицирующее воздействие и на развитие других отраслей и сфер. Казалось бы: как связаны между собой развитие отдельных видов обрабатывающих производств, в том числе текстильной промышленности, и де-

нежно-кредитная политика? Во-первых, обрабатывающие производства, в том числе, текстильная промышленность базируются сегодня на современной технической и технологической базе, для развития и совершенствования которой необходимы дополнительные денежные средства, источником которых могут быть инвестиционные кредиты. Во-вторых, развитие различных видов обрабатывающих производств, как субъектов реального сектора экономики, влияет на формирование доходов населения, на его склонность к потреблению, накоплению и сбережению, на спрос, в том числе на продукцию текстильной промышленности. В-третьих, развитие текстильной промышленности на современной технологической базе, создающейся, в том числе за счет инвестиционных кредитов, способствует решению проблемы импортозамещения. Следовательно, поиск "точек роста" такой отрасли экономики, как текстильная промышленность, нельзя рассматривать в отрыве от состояния экономики в целом. Вместе с тем, для развития этой отрасли важен не только и не столько уровень процентного канала, сколько состояние и развитие кредитного канала. Банк России на протяжении первой половины 2019 г. постепенно принимает решения о снижении ключевой ставки (последнее снижение с 7,5 до 7,25 пп. – 26 июля 2019 г.)³. Но российская экономика, ее обрабатывающие производства практически не реагируют на изменение ставки. ВВП во втором квартале 2019 г. вырос всего на 0,8 п.п.⁴. И это на фоне понижательного тренда ключевой ставки. Экономика реагирует в основном на рост денежной массы, превышающей уровень инфляции. Это показывает и статистика по России⁵. В свою очередь, опережающий рост денежной массы (выше темпов инфляции), повышение уровня монетизации экономики достигается при активной роли кредитного канала трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики.

² Россия в цифрах 2019 // http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/rusfig/rus19.pdf, С.190.

³ <https://www.cbr.ru/press/keypr/>

⁴ <https://russian.rt.com/business/news/635495-kudrin-vvp-prognoz>

⁵ <https://www.vestifinance.ru/articles/114412>

Кредитный канал отражает реакцию спроса на кредиты и их предложения в ответ на изменения условий рефинансирования со стороны центрального банка. Условия рефинансирования включают не только изменения процентной ставки, но и изменение условий доступа заемщиков к этим кредитам (виды залогов, сроки, цели и т.п.).

Анализ основных параметров кредитного канала современной монетарной политики России показывает значительную роль банков в формировании данного канала. В 2018 г. в составе инвестиций в основной капитал из 13207,7 млрд. руб. на долю привлеченных средств приходилось 6033,9 млрд. руб. или 45,7%. Основным источником финансирования привлеченных инвестиций оказались бюджетные средства. На их долю пришлось 2023,1 млрд. руб. или 33,5%. Доля банков в финансировании инвестиций была 1425,3 млрд. руб. или 23,6%⁶. Следует заметить, что финансирование за счет бюджетных средств в основном не предполагает их возвратности. При финансировании в рамках кредитного канала обязательная и имманентно присущая кредиту возвратность предполагает эффективное использование заемных средств заемщиком, то есть так называемую антиципацию дохода с помощью кредита. Необходима активизация именно кредитного канала монетарной политики, но в сочетании с процентным каналом.

На начало 2019 г. активы банков составили 94,1 трлн. руб. (из них кредиты экономике – 48,3 трлн. руб.)⁷. В 2018 г. наблюдалась в целом позитивная динамика в розничном и потребительском кредитовании на фоне роста производственной и потребительской активности. Статистика зафиксировала рост совокупного портфеля кредитов нефинансовым организациям на 10,7% и рост доли этих кредитов в совокупных активах банков с 49,7 до 51,3%. Между тем на фоне лидеров прироста задолженности по

кредитованию оказались предприятия отрасли транспорта и связи, показавшие годовой прирост на уровне +32,8%. В тройке лидеров присутствуют также сельскохозяйственные предприятия (+15,9%) и предприятия торговли (+14,0%). Заметим, что в 2018 г. уровень рентабельности приведенных выше отраслей экономики был различен и составлял от 7,3 % у предприятий торговли до 20,2% у сельскохозяйственных товаропроизводителей⁸. На этом фоне отрасли добывающей промышленности с уровнем рентабельности в среднем 12,8 % по приросту объемов кредитования показали скромные (+1,7%). Несмотря на незначительный прирост, в целом отраслевая структура кредитного портфеля свидетельствует о существенной доле кредитов, приходящихся на сектор обрабатывающих производств – 21,3%⁹.

На наш взгляд, при реализации сценария денежно-кредитной политики в России, ориентированной на экономический рост, должно быть уделено большее внимание кредитной программе, а антиинфляционная и процентная политики должны усиливать эффективность друг друга.

Для активизации кредитного канала трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики в целях экономического роста представляется целесообразным:

- определение задачи снижения стоимости ссуд конечным заемщикам как общей для всех ведомств, имеющих отношение к регулированию финансового рынка. В связи с этим динамика ключевой ставки и связанных с ней инструментов предоставления и абсорбирования ликвидности не должна определяться колебаниями валютного курса, а должна иметь выраженную и ясную для всех участников рынка тенденцию к постоянному снижению. Этот вывод подтвержден и прогнозом ВВП, построенным на основе нейронных сетей. В качестве первоочередной меры следует предусмотреть выравнивание уровня ключевой ставки и уров-

⁶ Россия в цифрах 2019 // http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/rusfig/rus19.pdf, С.202.

⁷ Отчет о развитии банковского сектора и банковского надзора в 2018 году // http://www.cbr.ru/content/document/file/72560/bsr_2018.pdf, С.22.

⁸ Россия в цифрах 2019 // http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/rusfig/rus19.pdf, С.260-265.

⁹ Источник: Отчет о развитии банковского сектора и банковского надзора в 2018 году // http://www.cbr.ru/content/document/file/72560/bsr_2018.pdf, С.22

ня инфляции, с последующей тенденцией к отрицательной реальной ключевой ставке [6];

- выбор ключевых направлений денежно-кредитной политики в зависимости от механизмов экономического роста. Для приоритетных инвестиционных проектов допустимо применение селективных нерыночных механизмов финансирования, что позволяет обеспечивать их необходимыми средствами даже в условиях относительно высоких процентных ставок. Масштабное финансирование средних по макроэкономической значимости инвестиционных проектов на рыночных принципах требует снижения уровня процентных ставок и общего смягчения денежно-кредитной политики;

- принятие Банком России нормативных правовых актов, определяющих порядок осуществления Банком России инвестиционных вложений в российскую экономику, в том числе через институты развития с использованием неинфляционных, гарантированных от нецелевого использования каналов, а также расширение применения специальных инструментов рефинансирования в целях обеспечения экономического роста и повышения уровня жизни граждан;

- учитывая значительный вклад обрабатывающих производств в формирование ВВП и невысокий уровень рентабельности значительного числа подотраслей (в том числе текстильной промышленности), не позволяющий пользоваться банковскими кредитами и делающий рискованным кредитование указанных организаций, распространение в отношении предприятий обрабатывающей промышленности мер стимулирующего банковского регулирования;

- понимая и признавая важность повышения финансовой грамотности хозяйствующих субъектов в отношении различных финансовых инструментов и необходимость развития финансового рынка, считаем, что Банк России не должен стимулировать "замену" кредита облигациями, стимулируя тем самым искусственное сохранение "кредитного голода" у предприятий реального сектора экономики. Процессы развития инструментов финансового рынка и кредитования реального сектора экономики должны идти *параллельно*. Банк России не должен прово-

цировать регуляторный арбитраж на кредитном рынке, стимулируя замену кредита облигациями.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамова М.А., Дубова С.Е., Красавина Л.Н., Лаврушин О.И., Масленников В.В.* Ключевые аспекты современной денежно-кредитной политики России: мнение экспертов // Экономика. Налоги. Право. – 2016, № 1. С. 6...15.
2. Денежно-кредитная политика России: новые вызовы и перспективы / Кол. авторов под ред. д.э.н. М.А. Эскиндарова. – М.: РУСАЙНС, 2016.
3. *Ивантер В.В., Порфирьев Б.Н., Широв А.А., Шокин И.Н.* Основы структурно-инвестиционной политики в современных российских условиях // Финансы: теория и практика. – 2017. Т. 21, № 1. С.6...15.
4. *Клейнер Г.Б.* Устойчивость российской экономики в зеркале системной экономической теории // Вопросы экономики. – 2015, № 12. С. 107...123.
5. Бюджетно-налоговые и денежно-кредитные инструменты достижения финансовой стабильности и обеспечения экономического роста / Кол. авторов под ред. М.А. Абрамовой. – М.: РУСАЙНС, 2017.
6. *Абрамова М.А., Дубова С.Е., Звонова Е.А. и др.* Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2017 г. и период 2018 и 2019 гг.: мнение экспертов // Экономика. Налоги. Право. – 2017. Т10, №1. С.6...20.

REFERENCES

1. Abramova M.A., Dubova S.E., Krasavina L.N., Lavrushin O.I., Maslennikov V.V. Klyuchevye aspekty sovremennoy denezhno-kreditnoy politiki Rossii: mnenie ekspertov // Ekonomika. Nalogi. Pravo. – 2016, № 1. S. 6...15.
2. Denezhno-kreditnaya politika Rossii: novye vyzovy i perspektivy / Kol. avtorov pod red. d.e.n. M.A. Eskindarova. – M.: RUSAYNS, 2016.
3. Ivanter V.V., Porfir'ev B.N., Shirov A.A., Shokin I.N. Osnovy strukturno-investitsionnoy politiki v sovremennykh rossiyskikh usloviyakh // Finansy: teoriya i praktika. – 2017. T. 21, № 1. S.6...15.
4. Kleyner G.B. Ustoychivost' rossiyskoy ekonomiki v zerkale sistemnoy ekonomicheskoy teorii // Voprosy ekonomiki. – 2015, № 12. S. 107...123.
5. Byudzhetno-nalogovye i denezhno-kreditnye instrumenty dostizheniya finansovoy stabil'nosti i obespecheniya ekonomicheskogo rosta / Kol. avtorov pod red. M.A. Abramovoy. – M.: RUSAYNS, 2017.
6. Abramova M.A., Dubova S.E., Zvonova E.A. i dr. Osnovnye napravleniya edinoj gosudarstvennoy denezhno-kreditnoy politiki na 2017 g. i period 2018 i 2019 gg.: mnenie ekspertov // Ekonomika. Nalogi. Pravo. – 2017. T10, №1. S.6...20.

Рекомендована департаментом финансовых рисков и банков. Поступила 19.08.19.

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ УСТАНОВОК,
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В СТРАНАХ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАЦИЙ**

**ECONOMIC EVALUATION PLASMA SYSTEMS
OPERATED IN COUNTRIES DIFFERENT FORMATIONS**

С.П. АЛЕКСАНДРОВ, А.В. ШЕСТОВ, В.Ю. МИШАКОВ

S.P. ALEKSANDROV, A.V. SHESTOV, V.YU. MISHAKOV

(Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского, Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky, Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: viktormishakov@rambler.ru

Представлена методика расчета срока окупаемости роботизированных плазменных технологических установок (РПТУ), эксплуатируемых в странах различных экономических формаций. Проведен расчет с численным примером и показаны графические характеристики срока окупаемости РПТУ в типовых странах, в зависимости от потребительской стоимости обработанных плазмой изделий. Выявлено преимущество эксплуатации плазменных установок в странах со значительным количеством рабочих часов в год и низким уровнем оплаты труда.

The calculation and graphic characteristics of the payback period of robot plasma equipment in typical countries are shown, depending on the consumer cost treated with plasma. The advantage of operating plasma installations in countries with significant number of working hours per year and a low level of wages has been revealed.

Ключевые слова: производство, плазменная обработка, экономический анализ.

Keywords: production, plasma installation, economic analysis.

Эволюция процесса международного разделения труда привела к переносу промышленных производств из стран с прогрессивной экономикой в развивающиеся страны с дешевой рабочей силой. Последствием этого процесса стало сокращение рабочих мест в передовых странах, снижение наполняемости бюджета (ВВП). Расширение отраслей высоких технологий не позволяет пока в полной мере компенсировать экономические потери от сокращения традиционных промышленных производств.

Решение проблемы возврата обувной промышленности в развитые страны лежит в плос-

кости ускоренной автоматизации технологического процесса, роботизации и перехода на безлюдную организацию промышленного производства, что вызывает снижение потребного количества рабочих, занятых на конвейерах предприятий легкой промышленности, и, как следствие, сокращение затрат живого труда.

Учеными Казанского национального исследовательского технологического университета разработана высокоэффективная технология модификации структуры и свойств капиллярно-пористых материалов, в том числе применяемых в обуви, методом

обработки неравновесной низкотемпературной плазмой. Воздействие плазмой на детали обуви, состоящие из кожи, ткани, картона, каучуков, позволяет существенно улучшить их физико-механические и гигиенические характеристики [1], [2].

Выбор конструктивных решений для реализации инновационной технологии базируется не только на совершенстве применяемой техники, но и на затратах на ее приобретение и эксплуатацию, стоимости труда в стране, где плазменная установка будет работать.

Созданию автоматизированного производства должен предшествовать экономический анализ еще на уровне схемных решений структуры технологических комплексов, который установит обоснованность внедрения в предполагаемый период времени и в определенной стране предложенных инноваций, в рассматриваемом случае РПТУ в обувное производство [3], [4]. В качестве варианта схемного решения на рис. 1 представлена РПТУ для обработки обуви.

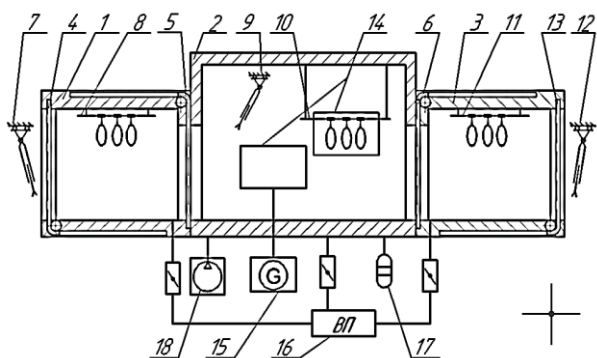


Рис. 1

Установка состоит из линейно расположенных вакуумных камер: загрузочная камера 1 (рис. 1), рабочая камера 2, разгрузочная камера 3. Загрузочная камера 1 отделена от внешней среды входным шлюзом 4, который обеспечивает ее герметизацию. Загрузочная и рабочая камеры отделены друг от друга промежуточным шлюзом 5. Рабочая и разгрузочная камеры – межкамерным шлюзом 6.

Первый робот 7, расположенный у загрузочной камеры 1, предназначен для переноса и установки заготовок с приемного

стола на первую продольную опору 8 загрузочной камеры. Функция второго робота 9 – переместить заготовку из загрузочной камеры, где предварительно откачен воздух до требуемого уровня разряжения, в рабочую камеру 2, на вторую продольную опору 10 в зону плазменной обработки, а затем на продольную опору 11 разгрузочной камеры 3.

Третий робот 12 обеспечивает разгрузку обработанных плазмой заготовок из разгрузочной камеры 3, минуя выходной шлюз 13, на стол, где собираются заготовки в пачки для передачи в цех сборки обуви.

Для создания и поддержания требуемого режима обработки заготовок плазмой установки оснащены двумя электродами 14, высокочастотным генератором 15, вакуумным откачным постом 16, системой подачи плазмообразующего газа 17, пневматическим компрессором 18.

Исследование проводится для групп стран, разделенных по экономическим формациям – развитые (США, ЕС), развивающиеся (Индия, Бангладеш, Вьетнам), с переходной экономикой (РФ) и быстроразвивающиеся (Китай). Для удобства сравнительного анализа все вычисления денежных средств приводится в рублевом эквиваленте.

Расчетная формула для определения срока окупаемости инновационной технологии и техники выводится из формулы общественного продукта труда [4], [5]:

$$N_3 = \frac{T_n}{\text{ПСД} - T_{\text{ж}} - T_v}, \quad (1)$$

где T_n – единовременные затраты прошлого труда (оборудование); ПС – увеличение потребительской стоимости (цены) пары обуви; D – количество изделий в заказе; $T_{\text{ж}}$ – затраты живого труда (зарплата, затраты на ремонт); T_v – текущие затраты прошлого труда (электричество, плазмообразующий газ).

Структурная схема РПТУ [3] включает плазменное устройство стоимостью 10 млн. руб., две автоматические каретки 0,3 млн. руб. каждая и три промышленных робота по 12 млн. руб. за одного робота.

Размер первоначального заказа – 80000 пар обуви, со сроком выполнения не более года. Анализ рыночного спроса прогнозирует возможность увеличения выпуска обуви с дальнейшей пролонгацией.

На срок окупаемости (оценочный показатель), определяемый по уравнению (1), влияют два противоположно направленных фактора – рост дополнительных единовременных затрат прошлого труда, увеличивающие N_3 , и снижение затрат живого труда $T_ж$, повышающих показатель N_3 .

Дополнительные единовременные затраты прошлого труда складываются из стоимости плазменного устройства $T_{пу}$, двух автоматических кареток $2T_{пк}$ и трех промышленных роботов $3T_{пр}$:

$$T_{п} = T_{пу} + 2T_{пк} + 3T_{пр} = 10 + 2 \cdot 0,3 + 3 \cdot 12 = 46,6 \text{ млн. руб.}$$

Расчет проводится для лидера группы развитых стран – США [6], [7].

Количество праздничных, выходных и отпусковых дней $M_в$ в США составляет $M_в = 131$ дн. Число рабочих дней при общем числе дней в году $M_г = 365_{дн}$:

$$M_{р,дн} = M_г - M_в = 365 - 131 = 234 \text{ дн.}$$

Количество рабочих часов в год при 8-часовом рабочем дне $R_{дн}$:

$$R_г = M_{р,дн} R_{дн} = 234 \cdot 8 = 1872 \text{ ч.}$$

Число производственных партий в смену при односменном рабочем дне:

$$z = T_{см} / T_{ц} = 480 / 15 = 32 \text{ партий.}$$

Время цикла определяется по циклограмме РПТУ: $T_{ц} = 15$ мин.

Число пар заготовок в одной производственной партии для выполнения заказа: $D = 80000$ пар заготовок в течение года:

$$p = \frac{D}{M_{р,дн} \times z} = \frac{80000}{234 \times 32} = 10,7.$$

Увеличиваем число пар обуви p до ближайшего большего, соответствующего значению у модуля плазменной камеры – $p=12$

пар обуви, определенного конструктивным решением.

Количество пар обуви в год, обработанных плазмой при принятых значениях:

$$D_г = pzM_{р,дн} = 12 \cdot 32 \cdot 234 = 89856 \text{ пар обуви.}$$

Отношение заказанных пар заготовок к расчетному годовому выпуску:

$$\eta = D/D_г = 80000/89856 = 0,89.$$

Прибавочная стоимость заказанной продукции:

$$ПС D = 200 \cdot 80000 = 16000000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты прошлого труда T_v :
- затраты на оплату электроэнергии для выполнения заказа (мощность установки $N_y = 45$ кВт, тариф $L_1 = 7,8$ руб./кВт·ч):

$$T_{v1} = N_y R_г L_1 \eta = 45 \cdot 1872 \cdot 7,8 \cdot 0,89 = 584794 \text{ руб.}$$

- стоимость расходуемого плазмообразующего газа (Аргон), тариф $L_2 = 14$ руб./ч:

$$T_{v2} = R_г L_2 \eta = 1872 \cdot 14 \cdot 0,89 = 23325 \text{ руб.};$$

- затраты на аренду площади $S = 80$ м² при тарифе $L_3 = 10000$ руб./м² за год:

$$T_{v3} = S L_3 \eta = 80 \cdot 10000 \cdot 0,89 = 712000 \text{ руб.};$$

- амортизационные отчисления (10% в год, $L_4 = 0,1$):

$$T_{v4} = T_{п} L_4 \eta = 46600000 \cdot 0,1 \cdot 0,89 = 4147400 \text{ руб.}$$

Суммарные текущие затраты прошлого труда:

$$T_v = \sum T_{vi} = 5467519 \text{ руб.}$$

Затраты живого труда $T_ж$:

- зарплата наладчика при годовой зарплате $Z = 3120000$ руб., с учетом коэффициента занятости $k_1 = 0,1$:

$$T_{ж1} = Zk_{1п} = 3120000 \cdot 0,1 \cdot 0,89 = 277680 \text{ руб.};$$

- на ремонт и межремонтное обслуживание ($k_2 = 3\%$ от стоимости оборудования):

$$T_{ж2} = T_{пk_2п} = 46600000 \cdot 0,03 \cdot 0,89 = 1244220 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты живого труда:

$$T_{ж} = \Sigma T_{жj} = 1521900 \text{ руб.}$$

Полученные расчетным путем данные подставляются в формулу (1) и находится срок окупаемости РПТУ в размере количества периодов выполнения заказа при добавочной потребительской стоимости ПС = 200 руб. на одну пару обуви:

$$N_3^{США} = \frac{46600000}{200 \times 80000 - 1521900 - 5467519} = 5,2_{\text{периода}}$$

В годовом исчислении при производстве 89850 пар обуви срок окупаемости составит $N_{г}^{США} = 4,6$ г.

При меньших значениях добавленной потребительской стоимости пары обуви срок окупаемости значительно превышает регламентированные величины (на оборудование 3...5 лет). Так, при ПС = 150 руб. срок окупаемости РПТУ возрастает до $N_{г}^{США} = 8,1$ г.

Сроки окупаемости РПТК для стран других экономических формаций рассчитываются аналогичным способом и составляют при ПС = 200 руб. Для РФ – $N_{г}^{РФ} = 4,7$ г., для Китая – $N_{г}^{К} = 2,4$ г., для Индии – $N_{г}^{И} = 2,9$ г. (рис. 2). Увеличение срока окупаемости в РФ по сравнению с США происходит за счет большего количества рабочих дней в США, несмотря на меньшую в РФ зарплату, стоимость электроэнергии, аренды.

В Индии количество рабочих часов в год в 1,2 раза больше, чем в США, в Китае – в 1,5 раза, что увеличивает годовую производительность, а также факторы низкой зарплаты, арендной платы, стоимости элек-

троэнергии обеспечивают существенное снижение срока окупаемости. В Китае срок окупаемости ниже, чем в Индии, главным образом из-за большего числа рабочих часов в год.

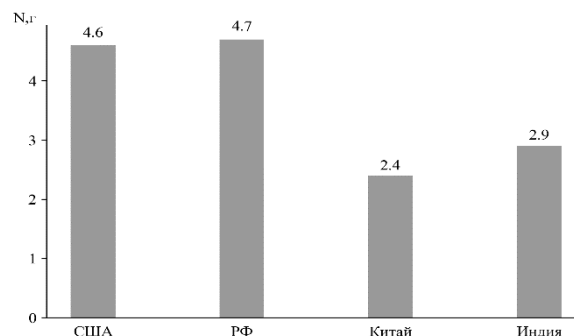


Рис. 2

Соотношение рабочих часов в рассматриваемых странах: Китай – 1, Индия – 0,78, США – 0,67, РФ – 0,63. В Китае доминантный фактор – максимальное количество рабочих часов – обеспечивает минимальный срок окупаемости по сравнению с другими странами и делает внедрение РПТУ наиболее прибыльным.

Представляется экономически целесообразным полученный для США результат сравнить со сроком окупаемости полуавтоматической плазменной установки [8] равной производительности. Отличие составляют единовременные затраты прошлого труда $T_{п}$, уменьшившиеся в 4,5 раза, затраты живого труда $T_{ж}$, увеличившиеся в 2,8 раза, текущие затраты прошлого труда T_{v} , сократившиеся в 2,7 раза, а также мощность плазматрона $N_y = 35$ кВт, арендованная площадь $S = 50$ м².

В полуавтоматической установке непосредственно процесс плазменной обработки производится в автоматическом режиме: в плазменную камеру поступают заготовки верха обуви, подвешенные на стержневой конструкции, установленной на самодвижущейся тележке. После завершения плазменного воздействия тележка с обработанными заготовками поступает на стол разгрузки, а другая тележка с необработанными заготовками перемещается в плазменную камеру. Заполнение и сьем заготовок с тележек осуществляется оператором.

Срок окупаемости в США полуавтоматической плазменной установки составляет 0,84 г., что в 5,5 раза меньше, чем у РПТУ. Объясняется это высокой стоимостью современных промышленных роботов, амортизационными и ремонтными отчислениями, перекрывающими экономию от снижения денежных выплат обслуживающему неполный рабочий день плазменную установку наладчику.

Сроки окупаемости полуавтоматических плазменных установок зависят от страны, где они эксплуатируются, и добавочной потребительской стоимости (рис. 3). Характеристики зависимостей срока окупаемости располагаются в порядке – самая высокая в США, самая низкая в Китае, где наибольшее число рабочих часов и низкая, по сравнению с США, зарплата. Ближайшие к показателям Китая сроки окупаемости в Индии, где зарплата ниже, что оказывает положительное влияние, а сокращенное количество рабочих часов – отрицательное. Последний фактор оказался доминирующим.

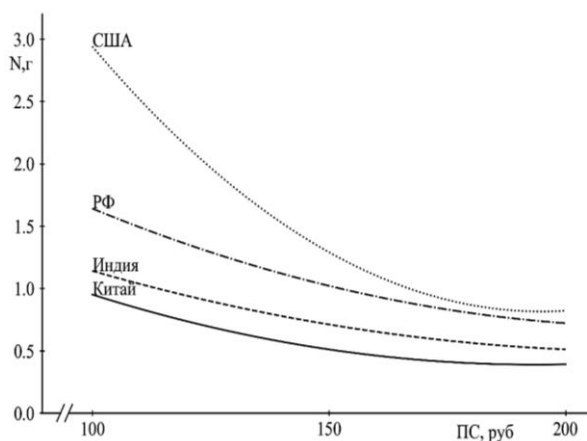


Рис. 3

Увеличение потребительской стоимости (ПС) пары обуви в результате повышения ее качества за счет плазменной обработки приводит к сокращению срока окупаемости во всех странах различных экономических формаций.

ВЫВОДЫ

1. Составлена методика расчета срока окупаемости РПТУ, предназначенных для

обработки обуви и эксплуатируемых в странах с различной экономической формации. Расчет показал следующие результаты: в Китае – 2,4 г., в Индии – 2,9 г., в США – 4,6 г. и в РФ – 4,7 г. (в относительных единицах – 1:1,2:1,9:2,0), что объясняется коротким сроком выполнения заказа в Китае и Индии и соответствующим сокращением, связанных с ним издержек, низкой, особенно в Индии, оплатой труда.

2. Разработана методика расчета, и представлены графические характеристики срока окупаемости полуавтоматических плазменных установок в странах различных экономических формаций, в зависимости от потребительской стоимости обрабатываемой обуви. Минимальные сроки окупаемости в Китае и Индии, где максимальное число рабочих часов в год и низкие затраты на оплату живого труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдуллин И.Ш., Махоткина Л.Ю.* Высококачественная плазменная обработка в производстве обуви. Теория и практика использования. – Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2006.
2. *Тихонова Н.В.* Научно-технологические основы регулирования формоустойчивости заготовки верха обуви из натуральной кожи с использованием ВЧ плазмы пониженного давления: Дис... докт. техн. наук. – Казань, 2012.
3. Патент РФ №2013100116/02, 09.01.2013. Александров С.П., Бердникова И.П., Абдуллин И.Ш. / Автоматизированное устройство проходного типа для плазменной обработки заготовок верха обуви // Патент России № 2556166. 2015. Бюл. №19.
4. *Александров С.П., Донцова Л.В., Шестов А.В.* Метод расчета потребительской стоимости изделия по показателям качества и оценка экономической эффективности // Менеджмент в России и за рубежом. – 2016, №1. С.99...109.
5. *Волчкевич Л.И.* Автоматизация производственных процессов. – М.: Машиностроение, 2007.
6. Календарь на 2016 год с праздниками и выходными в США [электронный ресурс] Travel Calendar.ru > ...2016... prazdnikami... vyhodnymi... ssha.
7. Средняя зарплата в США в 2016 году [электронный ресурс] usa-info.com.ua>live... srednyaya-zarplata-v-ssha-v...
8. *Александров С.П., Шестов А.В., Жуковская Т.В.* Метод прогнозирования эффективности плазменных установок для обработки верха обуви (сообщение 2) // Вестник Казанского технолог. ун-та. – 2017. Т.20, №1. С. 97...100.

REFERENCES

1. Abdullin I.Sh., Makhotkina L.Yu. Vysokochastotnaya plazmennaya obrabotka v proizvodstve obuvi. Teoriya i praktika ispol'zovaniya. – Kazan': Kazan. gos. tekhnol. un-t, 2006.

2. Tikhonova N.V. Nauchno-tekhnologicheskie osnovy regulirovaniya formoustoychivosti zagotovki verkha obuvi iz natural'noy kozhi s ispol'zovaniem VCh plazmy ponizhennogo davleniya: Dis.... dokt. tekhn. nauk. – Kazan', 2012.

3. Patent RF №2013100116/02, 09.01.2013. Aleksandrov S.P., Berdnikova I.P., Abdullin I.Sh. / Avtomatizirovannoe ustroystvo prokhodnogo tipa dlya plazmennoy obrabotki zagotovok verkha obuvi // Patent Rossii № 2556166. 2015. Byul. №19.

4. Aleksandrov S.P., Dontsova L.V., Shestov A.V. Metod rascheta potrebitel'skoy stoimosti izdeliya po pokazatelyam kachestva i otsenka ekonomicheskoy ef-

ektivnosti // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. – 2016, №1. S.99...109.

5. Volchkevich L.I. Avtomatizatsiya proizvodstvennykh protsessov. – M.: Mashinostroenie, 2007.

6. Kalendar' na 2016 god s prazdnikami i vykhodnymi v SShA [elektronnyy resurs] Travel Calendar.ru ...2016... prazdni-kami... vyhodnymi... ssha.

7. Srednyaya zarplata v SShA v 2016 godu [elektronnyy resurs] usa-info.com.ua>live...srednyaya-zarplata-v-ssha-v...

8. Aleksandrov S.P., Shestov A.V., Zhukovskaya T.V. Metod prognozirovaniya effektivnosti plazmennyykh ustanovok dlya obrabotki verkha obuvi (soobshchenie 2) // Vestnik Kazanskogo tekhnolog. un-ta. – 2017. T.20, №1. S. 97...100.

Рекомендована кафедрой коммерции и сервиса РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 04.03.19.

УДК 332.1

КРУГОВАЯ ЭКОНОМИКА В ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

CIRCULAR ECONOMY IN THE TEXTILE INDUSTRY

А.Ф. БАРАНОВА, С.Н. МАМЕДОВ, И.В. ПОГОДИНА

A.F. BARANOVA, 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: afbaranova@gmail.com; sabir-40@mail.ru; irinapogodina@mail.ru

Статья посвящена изучению мировой практики развития циркулярной экономики. Анализируется возможность внедрения модели в текстильной промышленности. Уделено внимание инновационным бизнес-моделям, обеспечивающим циркулярную систему производства и потребления, включая циркулярные поставки, восстановление ресурсов, платформы для обмена и совместного использования, продление жизненного цикла продукции, продукт как услуга.

The article is devoted to the study of world practice, development of circular economy. The possibility of implementing the model in the textile industry is analyzed. Attention is paid to innovative business models that provide a circular system of production and consumption, including circular supply, recovery of resources, platforms for exchange and sharing, extension of the product life cycle, product as a service.

Ключевые слова: циркулярная экономика, бизнес-модели, текстиль, утилизация, ресурсы.

Keywords: circular economy, business models, textiles, recycling, resources.

Современная экономика построена по принципу "быстрого оборота": чем быстрее мы потребляем, тем лучше для производителя. Но тут возникает противоречие – столкновение между экономическим ростом и необходимостью ограничения его природоемкости, которое заключается в конфликте потребления природных ресурсов и загрязнении окружающей среды.

С конца 1980-х гг. на Западе начинает формироваться новое направление в экономике, инициаторами и основателями которого выступили такие ученые-экономисты, как Р. Костанца, Х. Дейли, А.М. Янссон и др. Направление получило название "экологической экономики", главная цель которой – уменьшение природоемкости всего человеческого хозяйства, экономики, техносферы. Весь спектр исследований экологической экономики находится в рамках устойчивого развития, главным условием которого считают сохранение постоянной или неубывающей величины природного капитала, то есть развитие экономики является устойчивым, если оно обеспечивает такой стиль производства и потребления, при котором не убывает природный капитал:

- объемы изъятия возобновляемых природных ресурсов не должны превышать объемов их воспроизводства;

- использование невозобновляемых природных ресурсов должно соответствовать включению в экономическую практику их возобновляемых заменителей;

- производство отходов не должно превышать ассимиляционной способности окружающей среды к их поглощению (экологической техногенностью территорий) [5].

В последнее время за рубежом становится популярной модель экономического развития, основанная на принципах 3R-*reduce, reuse, recycle* (ограничивай, многократно используй, вторично переработай) то есть переход от традиционной экономической модели, которая фактически уста-

рела, на новую устойчивую ресурсоэффективную. Эта модель получила название "циркулярной экономики". Есть и другие термины для данной модели, такие как "зеленая экономика", "экономика замкнутого цикла", или "круговая экономика", "безотходная экономика". Имеется в виду восстановительная, или регенеративная производственная система. В основе данной модели развития заложены использование альтернативных источников энергии, исключение использования токсических химических веществ, которые мешают повторному использованию продукции и ставят своей целью ликвидацию отходов посредством конструктивных характеристик материалов, изделий.

Анализ зарубежного опыта показывает, что нет определенных методик при переходе к модели циркулярной экономики, каждая страна использует свои национальные особенности. Например, Германия сформировала основу циркулярной экономики через материальные потоки и доступность материалов. Нидерланды – строят зеленую экономику на инновациях в материалах и бизнес-моделях. Финляндия разработала национальную дорожную карту для перехода к циркулярной экономике. Япония перешла к высокоэффективной циркулярной экономике, в первую очередь, благодаря инновационному закону о содействии эффективному использованию ресурсов, принятому в 2000 г. В Китае циркулярная экономика начала развиваться в рамках программы индустриальной экологии, рассматривающей, как отходы одной компании могут стать ресурсами для другой. В стране сформирована законодательная база циркулярной экономики, активно развиваются концепции экологического дизайна и расширенной ответственности производителя [7].

По оценкам экспертов Фонда Эллен МакАртур к 2025 г. циркулярная экономика может ежегодно обеспечивать прирост дохода мировой экономики свыше 1 трлн. дол. США.

Кроме этого, переход к циркулярной экономике создаст огромные возможности для модернизации производства и внедрения промышленных инноваций, обеспечивая ежегодный прирост производительности на 3 %, и, как следствие, – прирост ВВП на 7% [2].

Эксперты рассматривают пять вариантов бизнес-моделей, отвечающих канонам циркулярной экономики.

1. Циркулярные поставки (Circular suppliers) – замена ограниченных ресурсов на полностью возобновляемые источники.

2. Восстановление и переработка (Resources recovery) – замкнутый цикл переработки, предусматривающий переработку отходов в новые ресурсы.

3. Увеличение жизненного цикла продукта (Product life extension) – от продажи вещей к продаже услуг по их использованию.

4. Обмен и совместное потребление (Sharing platforms) – модель, которая строится на обмене или совместном использовании товаров или активов.

5. Продукт как услуга (Product as a service) – аренда или лизинг с оплатой по факту использования взамен покупки продукта [3].

Основными принципами внедрения рассматриваемой модели экономики является обеспечение максимальной эффективности от каждого процесса в жизненном цикле товара или услуги, поэтому обращение с отходами становится одним из приоритетных направлений данной экономики.

В современной России имеются серьезные барьеры, препятствующие развитию циркулярной экономики. Первопричиной торможения инновационного развития страны является текущая сырьевая структура российской экономики, неэффективное государственное регулирование субсидий и недостатки налоговой системы. Например, поддержка производителей нефти и газа особенно существенна по сравнению с производителями машин и оборудования, налоговая нагрузка 4,7% и 13,7% соответственно [10]. К проблемам перехода к нелинейной экономике следует отнести высокую материалоемкость, энергоемкость и низкую ресурсоэффективность многих про-

изводств. По оценкам ООН, материалоемкость ВВП России на 40% выше среднемировой, в 4,2...4,5 раза выше, чем в США и Германии, в 7,6 раза выше, чем в Японии. В настоящее время Россия находится на 130 месте из 143 стран по уровню энергоэффективности экономики [11]. Энергоемкость ВВП России в 2 раза выше среднемировой, в 3 раза выше, чем в Германии и Японии. Сейчас в России затраты природных ресурсов и загрязнения на единицу ВВП в 3...4 раза превышают показатели развитых стран [6].

Трудностями перехода к циркулярной экономике является и нецелесообразность перспективы работать совместно на долгосрочный период, отсутствие внутренней кооперации в России и нежелание работать в "бизнес-связках". И еще один важный аспект – трудности с финансированием модернизации и привлечением инвестиций.

Рассмотрим некоторые возможности перехода отрасли текстильной промышленности на циркулярную экономику и, в частности, повторное или совместное использование продукта и отходов в текстильной промышленности.

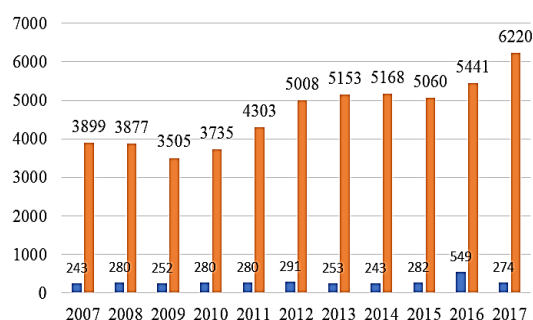


Рис. 1

Анализируя данные по образованию отходов производства и потребления всего образованных в РФ и по виду экономической деятельности "обрабатывающие производства" (в котором учитываются отходы от производств текстильных изделий, одежды, кожи и изделий из кожи) за период 2007-2017 гг., следует отметить, что общее количество отходов растет, а динамика образования отходов обрабатывающих производств остается стабильной при небольших колебаниях (рис. 1 – образование отходов производства и потребления всего, образо-

ванных в РФ, и по виду экономической деятельности "обрабатывающие производства" за период 2007-2017 гг., млн. т).

Аналогичная тенденция прослеживается при использовании и обезвреживании отходов.

Данные по образованию отходов, использованию и обезвреживанию отходов по ви-

ду экономической деятельности "обрабатывающие производства" за 2016-2017 гг. представлены в табл. 1 (образование, утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности (по данным Промышленное производство в России. 2016: Стат. сб./Росстат. - П81 М., 2016.))

Т а б л и ц а 1

Год	Обрабатывающие производства, всего тыс. т			Производство текстильных изделий, тыс. т			Производство одежды, тыс. т			Производство кожи и изделий из кожи, тыс. т		
	образование	утилизация и обезвреживание	%	образование	утилизация и обезвреживание	%	образование	утилизация и обезвреживание	%	образование	утилизация и обезвреживание	%
2016	549325	243 365	44	266186	98232	37	4257	3543	83	343	44	12
2017	274816	135 905	49	6072	5	1	1580	1175	74	88	10	11

В обрабатывающем производстве было утилизировано и обезврежено от всех образованных отходов по данному виду экономической деятельности 44% в 2016 г. и 49% в 2017 г., производство кожи и изделий из нее утилизируется и обезвреживается около 12% (2017 г.) и 11% (2016 г.) соответственно от всех образованных отходов. В производстве текстильных изделий утилизация и обезвреживание составляют менее 40% от образованных отходов в этой отрасли и лишь в производстве одежды этот показатель выше – 70%.

Объем отходов в легкой промышленности в России составляет более 6 млн. т. При этом объем переработанных и обезвреженных отходов составляет около 15% в каждой категории от общего годового объема образования отходов по стране [9]. На предприятиях швейной промышленности отходы и потери, образующиеся на различных стадиях производства, составляют до 25% от используемого сырья. На рациональное использование материалов оказывают влияние множество взаимосвязанных факторов: технология и организация производства, свойства исходного сырья, уровень технологической дисциплины, техническая оснащенность. По данным Минис-

терства промышленности и торговли 50% оборудования на предприятиях отрасли работает свыше 15 лет, 40% – от 10 до 15 лет, 10% – 10 и менее лет. Коэффициент обновления оборудования составляет 3...4%. Физический износ оборудования на отделочных предприятиях на настоящий момент составляет более 20...30%. За рубежом парк оборудования меняют каждые 5...7 лет. Коэффициент обновления основных фондов в отечественной отрасли около 0,5% (самый низкий в промышленности, то есть в 6 раз меньше, чем, например, в пищевой отрасли) [4].

Текстильная промышленность является важным сектором в мире. Текстиль и одежда являются фундаментальной частью повседневной жизни и важным сектором в глобальной экономике. Спрос на одежду продолжает расти быстро, особенно за счет развивающихся рынков, таких как Азия и Африка. Если рост продолжится и, как ожидается, общий объем продаж одежды достигнет 160 миллионов тонн в 2050 г. – более чем в 3 раза превысит сегодняшнее количество.

Стоимость швейной промышленности в мировом масштабе составляет 1,3 трлн. долларов США. В ней работает более 300 миллионов человек, ежегодно по всему миру

производится более 80 млрд. швейных изделий. Более 500 миллиардов долларов США теряется каждый год из-за отсутствия рециркуляции [1].

Система текстиля работает линейно: большое количество одежды используется непродолжительное время, затем отправляется на свалку или сжигается. Способ производства одежды сегодня крайне расточителен и загрязняет окружающую среду. Производство текстиля (включая хлопководство) использует 93 миллиарда кубометров воды в год, 98 миллионов тонн в год невозобновляемых ресурсов, включая нефть для производства синтетических волокон, удобрения для выращивания хлопка, для производства химических веществ, красителей для отделки волокон и текстиля [2].

Помимо использования сырья в 2015 г. выбросы парниковых газов от производства текстиля составили 1,2 миллиарда тонн CO₂. Около 20% промышленного загрязнения воды в мире объясняется окрашиванием и обработкой текстиля. Еще одна общемировая проблема, связанная с негативными последствиями для окружающей среды и здоровья, это синтетические микроволокна (полиэстер, нейлон, акрил). Подсчитано, что около полумиллиона тонн пластикового микроволокна попадает в океан ежегодно. Сегодняшняя система текстиля также имеет ряд негативных социальных последствий. Многие рабочие сталкиваются с небезопасными условиями труда из-за технологических процессов и используемых опасных веществ в производстве (загрязнение воздуха пылью и парами, шум, вибрация, электромагнитные поля и др.) и, как следствие, имеют проблемы со здоровьем. Если ничего не предпринимать, то к 2050 г. индустрия моды будет использовать четверть мирового углеродного бюджета [1].

В настоящее время пришло понимание проблем и необходимость перехода на новую систему, в которой заложена концепция, согласованная с принципами круговой экономики. В такой модели одежда, ткань и волокна возвращаются в экономику после использования и никогда не становятся отходами.

В новой текстильной экономике одежда будет рассчитана на более длительный срок эксплуатации, будет носиться больше, и будет легко сдаваться внаем или перепродаться и использоваться повторно, и не будет выделять токсины или загрязнения. Для создания новой текстильной экономики необходимы исследования новых материалов, новаторские бизнес-модели, использование возможностей дизайна и поиск способов масштабирования более совершенных технологий и решений. Например, лидерами в разработке "умного" текстиля являются США и Германия. В США был создан специальный научный комплекс Advanced Functional Fabrics of America (AFFOA). В качестве перспектив развития рассматриваемого направления называется выход на создание технологий, позволяющих ткани самостоятельно восстанавливать поврежденные участки и иметь возможность реагировать на внешние изменения (менять свою структуру в ответ на повышение влажности или изменение температуры), а также хранить и преобразовывать энергию, уменьшить количество отходов в отрасли [1].

Ведущие мировые компании в сфере моды расширяют сотрудничество между лидерами отрасли в создании новой текстильной экономики с целью создания одежды из безопасных и возобновляемых материалов. В мае 2017 г. в рамках Саммита моды в Копенгагене была впервые представлена марка Make Circular. Эта инициатива объединила лидеров индустрии моды, включая бренды, города, благотворителей, неправительственные организации и новаторов. Главная цель – стимулировать уровень сотрудничества и инноваций, необходимый для создания новой текстильной экономики, соответствующей принципам круговой экономики. Уже в 2018 г., на саммите моды в Копенгагене, инициатива "Круглые волокна" вступила во второй этап: "Сделать моду круглой", переходя к круговой системе, в которой сохраняются безопасные материалы и промышленность открывает огромные экономические возможности [2].

ВЫВОДЫ

Концепция "экономики замкнутого цикла" активно реализуется в странах опережающего развития. Для современной России это явление новое, которое находится на начальном этапе внедрения.

Циркулярная, или круговая экономика, на наш взгляд, представляет беспрецедентную возможность для бизнеса в развитии новой текстильной экономики. Отечественная текстильная промышленность функционирует по устаревшей линейной модели и является чрезвычайно расточительной и загрязняющей. Новая текстильная экономика – это экономика, основанная на принципах круговой экономики.

Для России важно сформировать повестку и государственную политику для внедрения и функционирования циркулярной экономики, исследовав при этом накопленный опыт зарубежных стран, с учетом специфики страны, внедрять принципы циркулярной экономики и устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ellen MacArthur*. Foundation Money makes the world goes round (and will it help to make the economy circular as well?) Working Group FINANCE Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ce100/FinanCE.pdf> Дата обращения: 15.04.2019.

2. *Ellen MacArthur et al.* Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains. – Published by World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2014. Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-3-accelerating-the-scale-up-across-global-supply-chains> Дата обращения: 20.04.2019.

3. *Lacy P. & Rutqvist J.* (2015). Waste to Wealth, Palgrave Macmillan. Режим доступа: <https://b-ok.org/book/2723323/cccf9> Дата обращения 01.04.2019.

4. Анализ рынка одежды в России в 2013-2017 гг., прогноз на 2018-2022 гг. Режим доступа <https://marketing.rbc.ru/research/27684/> Дата обращения 15.04.2019 г.

5. *Акимова Т.А., Хаскин В.В.* Экология. Человек-Экономика-Биота-Среда. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006.

6. *Баумков И.А.* Энергетика мира: мифы прошлого и уроки будущего // Вопросы экономики. – 2018, № 4. С. 49...75.

7. *Батова Н. Сачек П., Тоцицкая И.* Циркулярная экономика в действии: формы организации и лучшие практики // BEROC Green Economy Policy

Paper Series, PP no.5 Коды JEL: O 13; Q 01; Q 57 Режим доступа https://www.ipm.by/webroot/delivery/files/PP_5_rus.pdf Дата обращения 15.04.2019 г.

8. *Бутов А.М.* Рынок продукции текстильного производства // Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики. – 2017. Режим доступа: 27.04.2019.

9. *Герасимук И.Н., Зимица Е.Л., Коган А.Г.* Автоматизация процесса учета и рационального использования отходов на швейных предприятиях // Мат. докл. Междунар. науч.-практ. конф.: Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика, 30 ноября 2016 г. – Витебск: ВГТУ, 2016. С. 87...94;

10. *Герасименко Д., Николаева И.* Циркулярная экономика в России в контексте Целей устойчивого развития ООН и Года экологии // Журнал "Мосты". – 2017. Вып. 10, №3.

11. *Долматов И.А., Шутова М.А.* Методология прогнозирования энергоемкости ВВП и отдельных отраслей (секторов) экономики. – М.: Изд-во ИПП РАН, 2014. С.29.

REFERENCES

1. *Ellen MacArthur*. Foundation Money makes the world goes round (and will it help to make the economy circular as well?) Working Group FINANCE Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ce100/FinanCE.pdf> Data obrashcheniya: 15.04.2019.

2. *Ellen MacArthur et al.* Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains. – Published by World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2014. Режим доступа: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-3-accelerating-the-scale-up-across-global-supply-chains> Data obrashcheniya: 20.04.2019.

3. *Lacy P. & Rutqvist J.* (2015). Waste to Wealth, Palgrave Macmillan. Режим доступа: <https://b-ok.org/book/2723323/cccf9> Data obrashcheniya 01.04.2019.

4. Анализ рынка одежды в России в 2013-2017 гг., прогноз на 2018-2022 гг. Режим доступа <https://marketing.rbc.ru/research/27684/> Дата obrashcheniya 15.04.2019 g.

5. *Akimova T.A., Khaskin V.V.* Ekologiya. Chelovek-Ekonomika-Biota-Sreda. – М.: YUNITI-DANA, 2006.

6. *Bashmakov I.A.* Energetika mira: mify proshlogo i uroki budushchego // Voprosy ekonomiki. – 2018, №4. S. 49...75.

7. *Batova N. Sacek P., Tochitskaya I.* Tsirkulyarnaya ekonomika v deystvii: formy organizatsii i luchshie praktiki // BEROC Green Economy Policy Paper Series, PP no.5 Kody JEL: O 13; Q 01; Q 57 Режим доступа https://www.ipm.by/webroot/delivery/files/PP_5_rus.pdf Дата obrashcheniya 15.04.2019 g.

8. *Butov A.M.* Rynok produktsii tekstil'nogo proizvodstva // Natsional'nyy issledovatel'skiy universitet Vysshaya shkola ekonomiki. – 2017. Режим доступа: 27.04.2019 g.

9. Gerasimuk I.N., Zimina E.L., Kogan A.G. Avtomatizatsiya protsessa ucheta i ratsional'nogo ispol'zovaniya otkhodov na shveynykh predpriyatiyakh // Mat. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Pererabotka otkhodov tekstil'noy i legkoy promyshlennosti: teoriya i praktika, 30 noyabrya 2016 g. – Vitebsk: VGTU, 2016. S. 87...94;

10. Gerasimenko D., Nikolaeva I. Tsirkulyarnaya ekonomika v Rossii v kontekste Tseley ustoychivogo

razvitiya OON i Goda ekologii // Zhurnal "Mosty". – 2017. Vyp. 10, №3.

11. Dolmatov I.A., Shutova M.A. Metodologiya prognozirovaniya energoemkosti VVP i otdel'nykh otrasley (sektorov) ekonomiki. – M.: Izd-vo INP RAN, 2014. S.29.

Рекомендована кафедрой финансового права и таможенной деятельности. Поступила 18.09.19.

УДК 677.017

ИСПЫТАНИЕ ПАРААРАМИДНЫХ ТКАНЕЙ НА ПРОДАВЛИВАНИЕ

TESTING PARA-ARAMID FABRICS FOR PUNCHING

A.B. КУРДЕНКОВА, Ю.С. ШУСТОВ, Я.И. БУЛАНОВ

A.V. KURDENKOVA, YU.S. SHUSTOV, YA.I. BULANOV

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

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

E-mail: akurdenkova@yandex.ru

В работе проведено исследование влияния естественной и искусственной светопогоды на нагрузку при продавливании шариком и конусами параарамидных тканей.

In the work of the research carried out a study of the effect of natural and artificial light-load on the load when the marbles and cones of para-aramid tissues were forced into the load.

Ключевые слова: параарамидные ткани, нагрузка при продавливании, инденторы, естественная и искусственная светопогода.

Keywords: para-aramid fabrics, loading at pressing, indentors, natural and artificial light.

В работе проведено исследование продавливания инденторами в виде шарика и конусов с углами 90 и 45°, так как ткани из параарамидных нитей могут применяться для изготовления средств индивидуальной защиты от пулевого и осколочного поражения [1...3].

Для определения прочности при продавливании насадкой в виде конуса использовалась испытательная система Инстрон серии 4411, для которой были изготовлены специальные зажимы и инденторы в виде шарика, конуса с углом 90°, конуса с углом 45°.

Для исследования были выбраны параарамидные ткани из нитей Русар. Структурные характеристики исследуемых тканей приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что ткани были выработаны с одинаковой линейной плотностью нитей и числом нитей по направлению основы и утка. Образец 4 имеет наименьшую плотность по основе и утку, а образец 6 – наибольшую. Наибольшая линейная плотность нитей – у образца 2, а наименьшая – у образца 3.

Таблица 1

№ п/п	Показатель качества	Образцы					
		1	2	3	4	5	6
1	Поверхностная плотность ткани, г/м ²	171	134	169	131	107	165
2	Голщина, мм	0,28	0,21	0,28	0,26	0,21	0,33
3	Линейная плотность нити основы, текс	63,93	32,5	64,1	63,1	33,1	33,22
4	Линейная плотность нити утка, текс	63,93	32,5	64,1	63,1	33,1	33,22
5	Плотность ткани по основе, нитей / 10 см	134	206	132	104	162	248
6	Плотность ткани по утку, нитей / 10 см	134	206	132	104	162	248

Образцы подвергались воздействию естественной и искусственной светопогоды. В естественных условиях испытания проводили путем выдерживания пробы на крыше или специальной площадке, расположенных под углом 45° к горизонту в южном направлении. Испытания в искусственных

условиях проводились в лаборатории на приборе ПДС.

В табл. 2 представлены данные по изменению нагрузки при продавливании насадкой в виде шарика от длительности естественной и искусственной инсоляции.

Таблица 2

№ образца	Исходные образцы, Н	Время действия искусственной инсоляции, ч				Время действия естественной инсоляции, месяцы			
		6	12	18	24	3	6	9	12
1	312	222	206	175	153	204	188	157	135
2	622	467	398	361	348	449	380	343	330
3	421	299	278	244	236	281	260	226	218
4	256	192	164	148	143	174	146	130	125
5	520	369	317	291	255	351	299	273	237
6	775	527	473	434	395	509	455	416	377

Образец 6 имеет самую большую нагрузку. Это связано с тем, что данный образец выполнен с наибольшей плотностью по основе и утку. А образец 4 имеет низкую нагрузку при продавливании насадкой в виде шарика. Это связано с тем, что данный обра-

зец выполнен полотняным переплетением с наименьшей плотностью по основе и по утку.

В табл. 3 представлены данные по изменению нагрузки при продавливании индентором в виде конуса с углом 90° от длительности естественной и искусственной инсоляции.

Таблица 3

№ образца	Исходные образцы, Н	Время искусственной инсоляции, ч				Время естественной инсоляции, месяцы			
		6	12	18	24	3	6	9	12
1	256	192	164	148	143	174	146	130	125
2	622	467	398	361	348	449	380	343	330
3	421	299	278	244	236	281	260	226	218
4	312	222	206	175	153	204	188	157	135
5	520	369	317	291	255	351	299	273	237
6	775	527	473	434	395	509	455	416	377

В табл. 4 представлены данные по изменению нагрузки при продавливании индентором в виде конуса с углом 45° от длительности естественной и искусственной инсоляции.

Нагрузка при продавливании индентором в форме конуса с углом 90° имеет более низкие значения, чем нагрузка при продавливании насадкой в форме шарика.

№ образца	Исходные образцы, Н	Время искусственной инсоляции, ч				Время естественной инсоляции, месяцы			
		6	12	18	24	3	6	9	12
1	187	140	120	108	105	127	106	95	92
2	454	341	283	256	247	327	290	243	235
3	307	218	203	188	172	205	190	165	159
4	159	123	109	99	73	104	96	85	63
5	380	270	232	213	186	256	218	199	173
6	589	401	359	330	300	387	346	316	287

ВЫВОДЫ

Нагрузка при продавливании конусом с углом 45° имеет минимальные значения по сравнению с результатами, полученными после продавливания шариком и конусом с углом 90° . Конус имеет острие, которое раздвигает нити и тем самым легко проникает сквозь материал, в то время как шарик, имея округлую поверхность, сначала вытягивает нити, а потом проникает сквозь материал, причем, чем более острый угол заточки конуса, тем легче он проникает сквозь ткань.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитина О.В., Курденкова А.В., Шустов Ю.С. Прогнозирование разрывной нагрузки параарамидных нитей Русар в зависимости от длительности воздействия естественной светопогоды // Дизайн и технологии. – 2012, № 28 (70). С. 79...83.

2. Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Люкшинова И.В., Бызова Е.В. Прогнозирование нагрузки при прорезании термоскрепленных нетканых материалов после искусственной светопогоды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 5. С.23...25.

3. Никитина О.В., Курденкова А.В., Шустов Ю.С. Оценка изменения механических свойств параарамидных нитей после действия светопогоды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 2. С. 17...20.

REFERENCES

1. Nikitina O.V., Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S. Prognozirovanie razryvnoy nagruzki paraaramidnykh nitey Rusar v zavisimosti ot dlitel'nosti vozdeystviya estestvennoy svetopogody // Dizayn i tekhnologii. – 2012, № 28 (70). S. 79...83.

2. Shustov Yu.S., Kurdenkova A.V., Lyukshinova I.V., Byzova E.V. Prognozirovanie nagruzki pri prorezanii termoskrepennykh netkanykh materialov posle iskusstvennoy svetopogody // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2012, № 5. S. 23...25.

3. Nikitina O.V., Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S. Otsenka izmeneniya mekhanicheskikh svoystv paraaramidnykh nitey posle deystviya svetopogody // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2012, № 2. S. 17...20.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы. Поступила 03.12.18.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ НА ПАРАФИНОВЫЙ СЛОЙ ВОЛОКОН И НИТЕЙ В ТРИКОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛАХ

SIMULATIONS OF THE EFFECTS OF LOW-TEMPERATURE PLASMA ON THE PARAFFIN LAYER OF FIBERS AND YARNS IN KNITTED MATERIALS

А.А. АЗАНОВА, В.С. ЖЕЛТУХИН, Л.Н. АБУТАЛИПОВА

A.A. AZANOVA, V.S. ZHELTUKHIN, L.N. ABUTALIPOVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)
(Kazan National Research Technological University)

E-mail: azanovlar@mail.ru

В статье показаны результаты оценочных расчетов энергетического воздействия низкотемпературной плазмы на парафиновый слой волокон и нитей в трикотажных материалах. Приведены результаты моделирования воздействия ионов плазмы на фракционный состав парафина. Полученные данные позволяют объяснить некоторые эффекты плазменной обработки трикотажных материалов.

The article shows the results of approximate calculations of the energy impact of low-temperature plasma on the paraffin layer of fibers and yarns in knitted materials. The results of simulation of plasma ions influence on the fractional composition of paraffin are presented. The results of calculations allow to explain some effects of plasma treatment of knitted materials.

Ключевые слова: парафин, плазменная обработка, модель.

Keywords: paraffin, plasma treatment, model, knitted fabric.

Ранее проведенные экспериментальные исследования показали, что плазменная обработка сурового трикотажного полотна приводит к частичному удалению парафинового слоя и прочих нецеллюлозных примесей и способствует его гидрофилизации [1]. Для объяснения данных эффектов в работе проведено моделирование плазменного воздействия на парафиновый слой волокон и нитей в трикотажных материалах.

На первом этапе оценивали энергетическое воздействие низкотемпературной плазмы. Среднюю толщину парафинового слоя на нити определяли на примере сурового трикотажного полотна арт. М207 (165 г/м², гладь) с линейной плотностью пряжи 15,4 текс (65 м/г), содержание парафинирующих веществ 0,72 % от абсолютно сухой массы, то есть с учетом нормированной влажности су-

рового трикотажного полотна 7% на площади 1 м² содержится 1,1 г парафина (m_п).

При расчете исходили из предположения, что площадь парафинового слоя S_{пн} сопоставима с площадью поверхности нити S_н (S_{пн} ≈ ΣS_н). Допуская, что хлопчатобумажная пряжа представляет собой цилиндр определенного диаметра d длиной L, можно рассчитать площадь поверхности нитей S_н на площади полотна в 1 м²:

$$S_n = L \pi d.$$

Длина нити L на площади полотна 1 м² составит:

$$L = \Pi N = 165 \frac{\text{г}}{\text{м}^2} \cdot 65 \frac{\text{м}}{\text{г}} = 10725 \frac{\text{м}}{\text{м}^2},$$

где Π – поверхностная плотность полотна, г/м²; N – тонина (номер) пряжи, м/г.

Учитывая, что диаметр нити $d \approx 0,22$ мм, получаем:

$$S_H = 10725_m \cdot 3,14 \cdot 0,22 \cdot 10^{-3}_m = 7,4_m^2.$$

Расчетная площадь поверхности нити S_H в полотне площадью в 1 м^2 составит $7,4 \text{ м}^2$ или $7,4 \cdot 10^{12}$ мкм². Средняя площадь парафинового слоя на нитях:

$$S_{пн} \approx 7,4_m^2 = 7,4 \cdot 10^{12}_\text{мкм}^2.$$

Отсюда следует, что средняя толщина парафинового слоя h_n на нити составляет:

$$h_n = \frac{m_n}{\rho_n} = \frac{1,1 \text{ г}}{895 \cdot 10^3 \cdot 7,4_m^2} \approx 0,166 \text{ мкм},$$

где ρ_n – плотность парафинирующего состава; при расчете принимали плотность парафина ($\rho_n = 880 \dots 905 \text{ кг/м}^3 \approx 895 \cdot 10^3 \text{ г/м}^3$).

При условии, что нанесенный на пряжу парафин плавится и равномерно распределяется по поверхности волокон, затекая в межволоконное пространство, площадь парафинового слоя на волокнах $S_{пв}$ будет сопоставима с площадью волокон ΣS_v ($S_{пв} \approx \Sigma S_v$), следовательно, толщина парафинового слоя h_v будет существенно меньше:

$$h = \frac{m_p}{\rho_n S_{пв}} = \frac{1,1 \text{ г}}{895 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{г}}{\text{м}^3} \cdot 64,7_m^2} \approx 0,019 \text{ мкм},$$

где $S_{пв}$ – площадь поверхности волокон в 1 м^2 полотна, м²:

$$S_{пв} = L \pi d_v n,$$

где d_v – средний диаметр волокна; n – количество волокон в 1 м^2 полотна.

Количество и среднюю энергию $W_{дп}$ всех ковалентных связей молекул алкановых углеводородов, составляющих парафин, рассчитывали на примере нефтяного парафина. При этом учитывали энергию разрыва $W_{дп}$ связей С-С и С-Н на слой, приходящийся на площадь поверхности 100 нм^2 (толщина слоя $h = 0,166 \text{ мкм}$, масса – $1,5 \cdot 10^{-17} \text{ г}$), исходя из количества С-С- и С-Н-связей и соответствующих энергий разрыва этих связей. Известно [2], что у насыщенных углеводородов энергия разрыва связей С-С за-

висит от расположения атомов в цепи: равномерно уменьшается в направлении к ее середине. В связи с приблизительным характером оценки это изменение не учитывали и использовали следующие справочные данные: $W_{с-с} \approx 3,5 \text{ эВ}$, $W_{с-н} \approx 4,5 \text{ эВ}$ [3]. Результаты расчетов показали, что для разрыва связей С-С и С-Н в молекулах алканов, составляющих парафиновый слой толщиной $0,166 \text{ мкм}$, на поверхности 100 нм^2 необходима энергия:

$$W_{дп} = \Sigma W_{с-с} + \Sigma W_{с-н} \approx 8,2 \cdot 10^6 \text{ эВ}.$$

Известно [4], что объект обработки плазмой ВЧЕ-разряда при пониженном давлении подвергается воздействию ионов плазмообразующего газа, обладающих энергией $50 \dots 100 \text{ эВ}$ (при $W_p = 1,6 \text{ кВт}$, $W_{iAr} = 59 \text{ эВ}$ и $W_{iвозд} = 53 \text{ эВ}$), интенсивностью $2 \dots 10 \text{ ион} \cdot \text{нм}^2/\text{с}$ (при $W_p = 1,6 \text{ кВт}$ для Ar – $6 \text{ ион} \cdot \text{нм}^2/\text{с}$, для воздуха – $5 \text{ ион} \cdot \text{нм}^2/\text{с}$). Кроме того, энергия выделяется при рекомбинации ионов: для Ar^+ – $15,36 \text{ эВ}$, для N^+ – $14,56 \text{ эВ}$, для O^+ – $13,61 \text{ эВ}$ [3]; энергия рекомбинации молекулярных ионов сопоставима с энергией рекомбинации атомарных ионов, поэтому в расчетах не учитывалась. Суммарная расчетная энергия ионов, бомбардирующих площадь 100 нм^2 , составит $(11 \dots 14) \cdot 10^6 \text{ эВ}$, что достаточно для разрыва связей С-С и С-Н в молекулах парафина ($W_{дп} < \Sigma W_i$). Так как энергия связей С-С в алкановых углеводородах слабее, чем энергия связей С-Н [3], то наиболее вероятно, что в первую очередь будет происходить разрыв углеводородных цепей с образованием низкомолекулярных фракций (локальный крекинг), которые потом могут испаряться в процессе обработки в условиях вакуума и продува газа.

На следующем этапе работы для оценки деструктивного воздействия низкоэнергетических ионов плазмы на парафиновый слой и определения возможной глубины их проникновения выполнено математическое моделирование методом Монте Карло. Исходными данными для модели являлись состав плазмы аргона и воздуха, молекулярно-массовое распределение алканов в парафине и следующие параметры плазмы: $P = 13,3 \text{ Па}$, степень ионизации $10^{-7} \dots 10^{-5}$, концентрация

заряженных частиц $n = 10^{15} \dots 10^{17} \text{ м}^{-3}$, газовая температура $60 - 90 \text{ }^\circ\text{C}$, плотность ионного тока на поверхность образца $j_{\text{ип}} = 0,3 \dots 1,0 \text{ А/м}^2$, энергия ионов, поступающих на поверхность образца $W_i = 50 \dots 100 \text{ эВ}$, соответствующая мощности разряда $W_p = 0,8 \dots 2,0 \text{ кВт}$ [6]. Рассматривались только однозарядные ионы, поэтому энергия всех ионов выбиралась одинаковой. Моделировалась обработка парафинового слоя ионами плазмообразующего газа в течение 420 с. Интенсивность обработки задавалась равной 7 ион/($\text{нм}^2 \cdot \text{с}$). Расчеты выполнялись в программе Mat Lab.

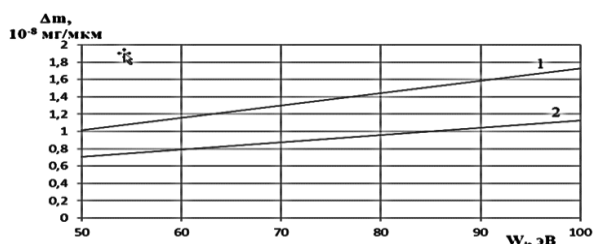


Рис. 1

Согласно расчетам в результате разрыва связей С-С образуются радикалы (алкилы), более 70 % которых соответствуют газообразной ($n \leq 4$) и легкокипящей (в условиях пониженного давления $5 \leq n \leq 16$) фракциям. Удаление газообразной и легкокипящей фракций приводит к изменению молекулярно-массового распределение парафина. Причем при обработке в воздушной плазме его состав изменяется больше, чем в аргоновой. Это связано с тем, что в воздушной плазме присутствуют молекулярные ионы, геометрический размер и масса, и соответственно импульс которых больше, чем у атомных ионов. Средняя молекулярная масса $M_{\text{ср}}$ парафина при обработке в плазме воздуха увеличивается с 331,4 а.е.м. до 334,8 а.е.м., при обработке в плазме аргона – до 334,7 а.е.м. Минимальная глубина проникновения ионов плазмообразующего газа составляет 1,5...8 нм. Расчетная потеря массы парафина Δm (при $W_i = 50 \dots 100 \text{ эВ}$) составляет $(0,69 \dots 1,09) \cdot 10^{-8} \text{ мг/мкм}^2$ при обработке в плазме аргона и $(0,96 \dots 1,72) \cdot 10^{-8} \text{ мг/мкм}^2$ в воздушной плазме (рис. 1 – расчетная масса фракций удаляемого парафина Δm в зависимости от энергии ионов W_i : 1 – воздух; 2 – аргон).

Результаты моделирования качественно согласуются с экспериментальными данными: методом экстракции парафина 4-хлористым углеродом выявлено, что после плазменной обработки его содержание в полотне уменьшается в среднем на 18...25% при обработке в среде воздуха и на 5...8% при обработке в среде аргона.

ВЫВОДЫ

Разработана модель воздействия низкоэнергетических ионов плазмы на парафиновый слой нитей и волокон в трикотажных материалах, которая позволяет рассчитать количество удаленного парафина и минимально возможную глубину проникновения ионов плазмы в парафиновый слой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азанова А.А., Абдуллин И.Ш., Нуруллина Г.Н. Использование плазмы высокочастотного емкостного разряда пониженного давления в отделке трикотажных полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 6. С.111...115.
2. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. –Л.: Химия, 1991.
3. Гурвич Л.В. Энергии разрыва химических связей. Потенциалы ионизации и сродство к электрону. – М.: Наука, 1974.
4. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашапов Н.Ф. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях: Теория и практика применения. – Казань: Изд-во Казан. технол. ун-та, 2000.

REFERENCES

1. Azanova A.A., Abdullin I.Sh., Nurullina G.N. Ispol'zovanie plazmy vysokochastotnogo emkostnogo razryada ponizhennogo davleniya v otdelke trikotazhnykh poloten // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2011, № 6. S.111...115.
2. Rabinovich V.A., Khavin Z.Ya. Kratkiy khimicheskiy spravochnik. –L.: Khimiya, 1991.
3. Gurvich L.V. Energii razryva khimicheskikh svyazey. Potentsialy ionizatsii i srodstvo k elektronu. – М.: Nauka, 1974.
4. Abdullin I.Sh., Zheltukhin V.S., Kashapov N.F. Vysokochastotnaya plazmenno-struynaya obrabotka materialov pri ponizhennykh davleniyakh: Teoriya i praktika primeneniya. – Kazan': Izd-vo Kazan. tekhnol. un-ta, 2000.

Рекомендована кафедрой моды и технологии. Поступила 10.04.19.

**КЛАССИФИКАЦИЯ ТКАНЕЙ
С ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТЬЮ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАППОРТА ПЛОТНОСТИ ПО УТКУ**

**CLASSIFICATION OF FABRICS
WITH VARIABLE DENSITY
DEPENDING ON THE WEFT DENSITY RAPPORT**

Ф.А. ВЕЛИЕВ, И.Ф. АЛЛАХВЕРДИЕВА, Н.Б. ГУСЕЙНОВА

F.A. VELIYEV, I.F. ALLAKHVERDIEVA, N.B. GUSEYNOVA

(Азербайджанский государственный экономический университет)

(Azerbaijan State Economic University)

E-mail: fazil-uzbek@mail.ru

Для классификации тканей с переменной плотностью по утку предложено ввести параметр "раппорт плотности по утку". Установлено, что в зависимости от закона изменения плотности в пределах раппорта, ткани можно распределить на четыре группы. Приведены примеры тканей, относящихся к каждой из указанных групп.

To classify fabrics with variable density by weft, it is proposed to enter the parameter "weft density rapport". It was found that depending on the law of density change within the rapport, tissues can be divided into four groups. Examples of tissues belonging to each of these groups are given.

Ключевые слова: переменная плотность по утку, параметр "раппорт плотности по утку", изменение плотности в пределах раппорта.

Keywords: variable weft density, "weft density rapport" parameter, density change within the rapport.

Анализ технологических возможностей устройств, предназначенных для выработки тканей с переменной плотностью по утку [1...3], показывает, что с помощью этих устройств может вырабатываться широкий ассортимент тканей от простейших, представляющих чередование участков двух плотностей с равным количеством уточин в каждом, до самых замысловатых, в которых изменение плотностей может сочетаться также с использованием различных типов утка.

Все многообразие тканей с переменной плотностью по утку можно упорядочить с помощью одного параметра – раппорта плотности ткани по утку. Назовем раппортом плотности ткани по утку (по аналогии

с раппортом переплетения) наименьшее число уточных нитей, после которого повторяется последовательность изменения расстояния между ними.

Используя понятие раппорта плотности ткани по утку, разобьем все множество тканей с переменной плотностью по утку на четыре типа.

1. Раппорт плотности N состоит из k участков, содержащих по N_k уточных нитей, расположенных внутри участков равномерно с плотностью по утку P_{yk} , причем

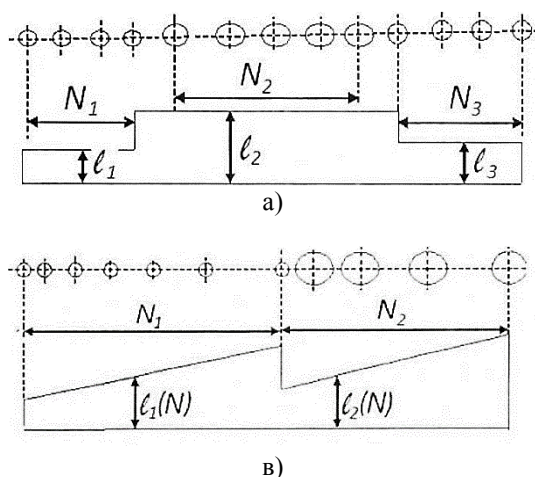
$$\sum_{i=1}^k N_i = N,$$

на различных участках используются нити одной линейной плотности по утку.

2. Раппорт плотности N содержит k участков, содержащих по N_k уточных нитей, при этом расстояние между уточными нитями внутри участков подчиняется определенному закону $\ell_i = \ell(N)$: возрастает, убывает, изменяется по синусоидальному, экспоненциальному законам и т.д., причем

$$\sum_{i=1}^k N_i = N,$$

на различных участках используются уточные нити одной линейной плотности и вида.



3. Раппорт плотности N состоит из k уточных нитей, на каждом из участков по N_k нитей или на нескольких из них используются различные уточные нити, уточные нити внутри каждого участка могут располагаться равномерно с плотностью P_{yk} или произвольно, причем

$$\sum_{i=1}^k N_i = N.$$

4. Раппорт плотности бесконечен, то есть расстояние между уточными нитями и тип уточных нитей произвольны.

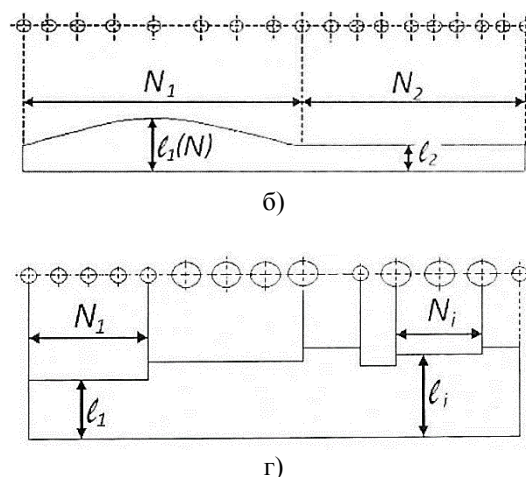


Рис. 1

На рис. 1 (возможные варианты расположения уточных нитей в тканях переменной плотности по утку) разрезы вдоль основы ординаты диаграмм изображают расстояния ℓ между уточными нитями. Ткань I типа (рис. 1-а) состоит из трех участков с равномерным распределением уточин и расстояниями между ними соответственно ℓ_1, ℓ_2, ℓ_3 . Здесь $N_1=N_3=4, N_2=5$.

Раппорт плотности $N = N_1 + N_2 + N_3 = 13$. Все участки вырабатываются с одинаковым утком. С одним типом утка вырабатывается также ткань II типа (рис. 1-б), содержащая два участка, на одном из которых уточины расположены неравномерно $N_2=9$, а на втором – равномерно $N_1=9, N=18$.

Ткани III (рис. 1-в) и IV (рис. 1-г) типов вырабатываются с использованием двух видов утка. Для ткани III типа раппорт плотности $N=11$, для ткани IV типа с бесконечным раппортом плотности изображен фрагмент, содержащий 13 нитей.

Рассмотрим несколько артикулов тканей, выработанных в производственных условиях на станках типа Picanol. Эти станки оснащены механизмом, позволяющим получать ткани с переменной плотностью по утку.

На станках типа Picanol (на текстильном комбинате "Gilan Tekstil-Баку", Республика Азербайджан), оснащенных механизмами смены цвета утка, получать можно ткани с переменной плотностью по утку I, II, III типов. Для этого необходимо связать цепь управления двигателями основного и товарного регуляторов с механизмом смены цвета утка. Соотношение участков плотности в раппорте зависит от набора картона смены цвета утка. Для изменения ассортимента нужно изменить набор в картоне.

На рис. 2-а приведена фотография ткани с базовым артикулом 21016, где раппорт плотности по утку содержит два участка. Ткань выработана из нитей основы вискоза

$T_0 = 11,1$ текс с плотностью $P_0 = 48$ н/см. В качестве нитей утка на обоих участках использовалась комбинированная нить (вискоза с капроном) с линейной плотностью $T_y = 16,1$ текс с круткой 600 кр/м. Переплетение полотняное. Ширина вырабатываемой ткани по берду составляла 104,8 см, номер берда $A_n = 125$, проборка нитей в бердо производилась в следующей последовательности: в 11 зубьев по 4 нити и 1 зуб берда пропуск. Такая проборка позволила получить как поперечные, так и продольные полосы. Количество уточин на участках соответственно $N_1 = 6$ и $N_2 = 34$, с плотностью на участках $P_{y1} = 28$ н/см и $P_{y2} = 44$ н/см. Как видно, в первом участке плотность уменьшена на величину $\Delta P = P_{y1} - P_{y2} = 16$ н/см. Ткань относится к первому типу тканей по нашей классификации, так как и на первом, и на втором участке нити утка расположены равномерно и имеют одинаковую толщину уточных нитей.

На рис. 2-б приведены теоретическая 1 и экспериментальная 2 кривые изменения расстояния ℓ между уточинами вдоль ткани. Из графика видно, что экспериментальное изменение расстояния между нитями утка отстает от теоретического на величину $\Delta\tau_1$ при убывании плотности и на $\Delta\tau_2$ при ее снижении. Это связано с переходными характеристиками механизмов товарного регулятора.

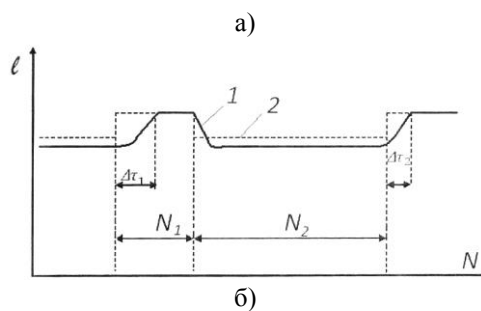
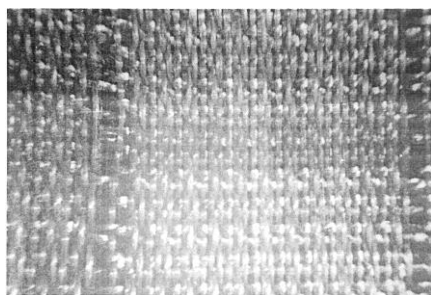
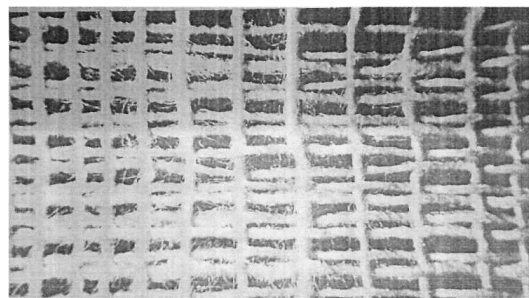


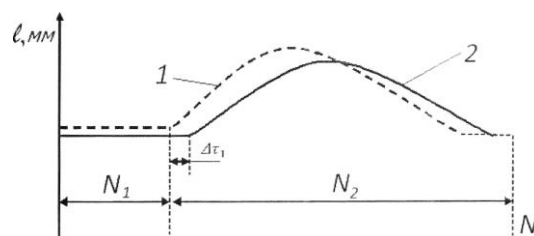
Рис. 2

На рис. 3 приведена фотография ткани переменной плотности по утку, относящейся ко второму типу ткани классификации. Эта ткань получена на базе сорочечной ткани артикула 1084. В основе использована хлопчатобумажная пряжа $T_0 = 12,5$ текс, уток из вискозы $T_y = 16,6$ текс, переплетение полотняное. Раппорт плотности состоит из двух участков; на первом участке нити утка расположены равномерно $P_{y1} = 34$ н/см, на втором участке расстояние между уточинами изменяется по синусоидальному закону. Средняя плотность на этом участке $P_{y2} = 21$ н/см. Как видно из рис. 3-б, теоретическая (1) и экспериментальная (2) кривые изменения геометрической плотности на участках не совпадают из-за переходных процессов ткачества [4], [5]. Для их сближения необходимо вносить поправку на время запаздывания механизмов товарного регулятора.

Из значительного количества типов ткани на швейных производствах выпускают штучные изделия: портьеры, занавеси, простыни и другие, имеющие элементарную форму и требующие в швейном производстве кроме кройки одну операцию закрепления краев ткани с помощью специального шва обметки и т.д.



а)



б)

Рис. 3

Этого можно избежать с помощью ткани переменной плотности, если в зоне разреза предусмотреть полосы повышенной плотности, чтобы ткань не разрушалась. Такие изделия достаточно только разрезать. В объединении "Gilan Tekstil-Баку" значительную долю продукции составляют портьерные ткани, перечисленные в табл. 1, где плотность варьирует от 180 до 280 н/дм. Плотность по утку таких тканей невысокая, если учесть, что линейная плотность уточных нитей варьирует от 50 до 125 текс. По-

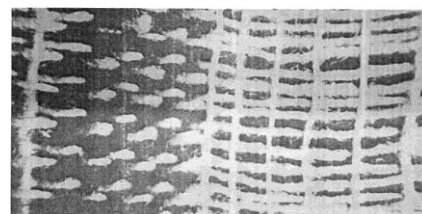
этому нами предложено, не изменяя указанный ассортимент, после выработки заданной длины полотна 2,5...3 м, в зависимости от требований заказчика, нарабатывать участки повышенной плотности, по которым ткань будет разрезаться на готовые изделия. Уплотненные участки должны иметь ширину 1...1,5 см с удвоенной, при $T_y = 50$ текс, или утроенной, при $T_y = 120$ текс, плотностью по утку. К такой полосе можно легко пристрочить бахрому или использовать легкую обметку.

Т а б л и ц а 1

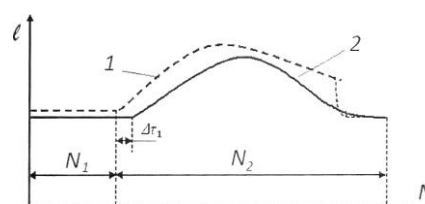
№	Характеристики	Артикулы				
		75009	75011	75012	75028	45023
1	Основа, текс (пряжа штапельная)	25×2	25×2	25×2	35,5	16,7
2	Уток, текс (пряжа штапельная)	25×2	25×2	41,6×3	55,6	29,4×2
3	Плотность плотного участка, н/дм	180	190	150	180	220
4	Плотность разреженного участка, н/дм	140	160	120	160	140
5	Плотность по основе, н/дм	180	260	260	240	600
6	Вес плотного участка, г/м ²	148	402	551	171	234
7	Вес разреженного участка, г/м ²	132	344	421	165	214
8	Переплетение	мелко-узорч.	мелко-узорч.	мелко-узорч.	мелко-узорч.	жаккард
9	Коэффициент перемещения нитей	1,6	0,98	1,6	0,8	2,6
10	Максимальное перемещение граничной уточины, мм	0,012	0,004	0,008		0,018
11	Допустимая плотность разреженного участка, н/дм	НО	100	80	90	110

На рис. 4-а приведена фотография переходной полосы портьерной ткани, где на участках двух плотностей применяется уток различной линейной плотности. Это дает новый видовой эффект ткани и одновременно укрепляет кромку портьерной ткани.

Далее из штучных изделий рассмотрим простыни из хлопчатобумажных тканей (артикул 227, 224 и др.). Как известно, в процессе эксплуатации простыней 80% изделий имеют разрывы, дыры и очень ветхие места в центральных участках и лишь 20% изделий – повреждаются на краевых участках. При этом в центре простыней стойкость к истиранию составляет 33,6% толщина ткани – 94% динамическая вязкость раствора целлюлозы, характеризующая степень деструкции волокон, – 69,7% от аналогичных показателей по краям простыней на расстоянии, например 30 см, от кромок изделия [8].



а)



б)

Рис. 4

Иными словами, наибольшая потеря прочности ткани происходит в центральной части простыни. Выровнять прочность и износостойкость изделия на краях и в середине можно за счет использования перемен-

ной плотности по утку [6]. Идея выработки простынных тканей с различной плотностью на центральном и краевых участках не новая. Такие ткани изготавливались на объединении ("Gilan Tekstil-Баку"). Выпускали простыни арт. 227, 224, выработанные на основе расчетов и при пользовании технических характеристик параметров производства, обусловивших возможность равномерного износа изделий из нее. Разреженный участок на краях простыни имеет плотность в 2 раза меньше, чем уплотненный участок, приходящийся на центральную часть изделия.

Ориентировочный расчет показывает, что при снижении в среднем на 15% плотности по основе широко применяемых для изготовления простыней хлопчатобумажных тканей артикул 227, 244 и др. экономия пряжи составляет примерно 5 г на м², или 50 т на млн. м². Если условно считать, что на одну простыню идет 2,2 м хлопчатобумажной ткани шириной 120 см, то из этой пряжи можно дополнительно изготовить примерно 25 тысяч простыней. Промышленное производство простыней рациональной структуры позволит получить существенную экономию сырья.

Приведенными примерами не исчерпывается применение тканей с переменной плотностью по утку. Использование таких тканей в качестве армирующего наполнителя в современных композиционных материалах позволяет оптимизировать их свойства [7].

ВЫВОДЫ

1. Для классификации тканей с переменной плотностью по утку введено понятие "раппорт плотности по утку".

2. Показано, что в зависимости от закона изменения плотности в пределах раппорта, Ю ткани можно распределить на четыре группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство СССР № 1249081. Ткацкий станок /Ф.А.Велиев// D 03 D 49/04; заявлено 02. 07. 1984; опублик. 07. 08. 1986, Бюл. №29.

2. Патент на изобретение RUS 2447211. Способ формирования ткани и устройство для его осуществления / Селиверстов В.Ю., Гречухин А.П. – Опублик. 26.10.2009.

3. Патент на изобретение RUS 2309205. Товарный регулятор ткацкого станка / Селиверстов В.Ю., Гречухин А.И., Тягунов В.А. – Опублик. 23.01.2006.

4. *Велиев Ф.А.* Изменение натяжения основы при выработке тканей переменной плотности по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1988, № 6. С. 59...62.

5. *Велиев Ф.А.* Влияние динамики товарного регулятора на расстояние между уточными нитями при выработке тканей с переменной плотностью по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1989, № 6. С. 45...48.

6. *Велиев Ф.А., Бурнашев Р.З.* О прочности структуры ткани переменной плотности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, № 5. С. 39...41.

7. *Рудовский И.И., Гречухин А.П., Палочкин С.В.* Рациональное армирование деталей из композиционных материалов тканями с переменной плотностью по утку // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – 2015, № 2 (35). С. 21...23.

8. *Велиев Ф.А.* Ткани переменной плотности и режимы ткачества при их производстве // Текстильная промышленность. – 1992, №5. С 14...16.

REFERENCES

1. Avtorskoe svidetel'stvo SSSR № 1249081. Tkatskiy stanok /F.A.Veliev// D 03 D 49/04; zayavleno 02. 07. 1984; opubl. 07. 08. 1986, Byul. №29.

2. Patent na izobretenie RUS 2447211. Sposob formirovaniya tkani i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / Seliverstov V.Yu., Grechukhin A.P. – Opubl. 26.10.2009.

3. Patent na izobretenie RUS 2309205. Tovarnyy regulyator tkatskogo stanka / Seliverstov V.Yu., Grechukhin A.I., Tyagunov V.A. – Opubl. 23.01.2006.

4. *Veliev F.A.* Izmenenie natyazheniya osnovy pri vyrobke tkaney peremennoy plotnosti po utku // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1988, № 6. S. 59...62.

5. *Veliev F.A.* Vliyanie dinamiki tovarnogo regulyatora na rasstoyanie mezhdru utochnymi nit'yami pri vyrobke tkaney s peremennoy plotnost'yu po utku // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1989, № 6. S. 45...48.

6. *Veliev F.A., Burnashev R.Z.* O prochnosti struktury tkani peremennoy plotnosti // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1992, № 5. S. 39...41.

7. *Rudovskiy I.I., Grechukhin A.P., Palochkin S.V.* Ratsional'noe armirovanie detaley iz kompozitsionnykh materialov tkanyami s peremennoy plotnost'yu po utku // Vestnik Kostromskogo gos. tekhnolog. un-ta. – 2015, № 2 (35). S. 21...23.

8. *Veliev F.A.* Tkani peremennoy plotnosti i rezhimy tkachestva pri ikh proizvodstve // Tekstil'naya promyshlennost'. – 1992, №5. S 14...16.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 01.02.19.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ
НЕТКАНЫХ ОБЪЕМНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ
ПОЛИЭФИРНЫХ МИКРОВОЛОКОН***

**RESEARCH OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES
OF NONWOVEN VOLUME MATERIALS
DEPENDING ON THE CONTENT OF POLYESTER MICROFIBER***

E.B. МЕЗЕНЦЕВА, В.В. ИВАНОВ, В.Ю. МИШАКОВ

E.V. MEZENTSEVA, V.V. IVANOV, V.YU. MISHAKOV

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
ООО "Термопол")

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

E-mail: yelena_ev@mail.ru; i-vlad@inbox.ru

В исследовании проанализированы свойства и структура нетканых объемных материалов, содержащих различное количество полиэфирных волокон линейной плотностью не более 0,11 текс, выявлены изменения физико-механических, эксплуатационных свойств. Исследования проведены путем анализа свойств нетканых материалов российского и зарубежного производств.

The study analyzed the properties and the structure of thermal insulation nonwoven materials containing different amounts of polyester fibers with a linear density of not more than 1 denier, and changes in the physicomachanical and operational properties were revealed. Studies have been carried out by analyzing the properties of nonwoven materials, Russian and foreign manufactures.

Ключевые слова: объемные нетканые материалы, теплоизоляционные материалы, микроволоконные материалы, микроволокно, физико-механические свойства, нетканые материалы.

Keywords: nonwoven volume materials, thermal insulation materials, microfiber materials, microfiber, physical and mechanical properties, nonwoven materials.

Целью настоящего исследования является анализ структуры и свойств нетканых объемных материалов в зависимости от содержания полиэфирных микроволокон. Объектом исследования являются нетканые объемные материалы. Предметом исследования является зависимость свойств нетканых объемных материалов от параметров структурных элементов.

В настоящее время в отраслевой среде обозначена проблема терминологии по заявленной теме. В ГОСТ Р 57632 понятие "микроволоконные нетканые материалы" определяется, как: "нетканые материалы, изготовленные из химических волокон линейной плотностью не более 0,11 текс, могут иметь дополнительную идентификацию как "микроволоконные" [8]. В проекте ГОСТ Р 1.16.320-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90010.

* The reported study was funded by RFBR, project number № 19-38-90010.

1.019.18 "нетканые объемные материалы, содержащие не менее 60% волокон линейной плотностью не более 0,11 текс", вместе с тем "допускается по согласованию с заказчиком повышение линейной плотности волокон до 0,15 текс" [9]. В текстильной терминологии США к микроволокнам относят волокна диаметром менее 10 микрон. Впервые они были продемонстрированы еще в начале 1950-х военными исследовательскими лабораториями США, которые были заинтересованы в разработке таких волокон для сбора радиоактивных частиц [10]. В текстильной терминологии Великобритании к микроволокнам относят волокна линейной плотностью 0,9 (1,2)...0,3 (табл. 1 – классификация волокон в зависимости от линейной плотности (Великобритания)) [12].

В текстильной терминологии ЕС "микроволокно" означает тонкое волокно линейной плотностью менее 1 денье. В Японии как "микроволокно" определяют волокна линейной плотностью 0,04...0,4 денье [11].

Т а б л и ц а 1

Наименование	Линейная плотность, dtex
Волокна (толстые)	6,7
Волокна (средняя тонина)	6,7...2,2
Волокна (тонкие)	2,2...0,9 (1,2)
Микроволокна	0,9 (1,2)...0,3
Супермикроволокна	<0,3

В настоящее время в РФ "микроволокно" определяется через термин "микро", который употребляется как маркетинговая, а не технологическая категория [3]. В данном

исследовании под термином "микроволокно" была принята линейная плотность волокон не более 0,11 текс.

В рамках данного исследования был выявлен ряд показателей, демонстрирующих зависимость структуры и свойств нетканых объемных материалов от содержания полиэфирных микроволокон. У нетканых материалов с микроволокном отмечается зависимость ухудшения показателей с увеличением содержания указанных волокон. Так, например, снижается разрывная нагрузка (рис. 1 – разрывная нагрузка, Н: а – по длине; б – по ширине); рис. 2 – огнестойкость и воздухопроницаемость: а – индекс ограниченного распространения пламени, б – воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; устойчивость к многократному сжатию (рис. 10) и увеличиваются показатели удлинения при разрыве (рис. 3): а – по длине, %; б – по ширине, %) и миграции (рис. 4 – миграция, шт/150 см^2 : а – до мокрой обработки; б – после мокрой обработки). Ниже приведем данные на примере нетканых материалов поверхностных плотностей: 100,150,200 $\text{г}/\text{м}^2$.

Снижение разрывных характеристик влечет за собой уменьшение "шага стежки" (до 10...15 см), что приводит к увеличению количества участков со сниженной теплоизоляцией (вследствие потери объема пакета изделия в местах стежки) и трудоемкости создания изделий. Это недопустимо для спецодежды, однако применимо для повседневной одежды [4]. Нетканые объемные материалы без микроволокон в изделиях достаточно зафиксировать по периметру [5].

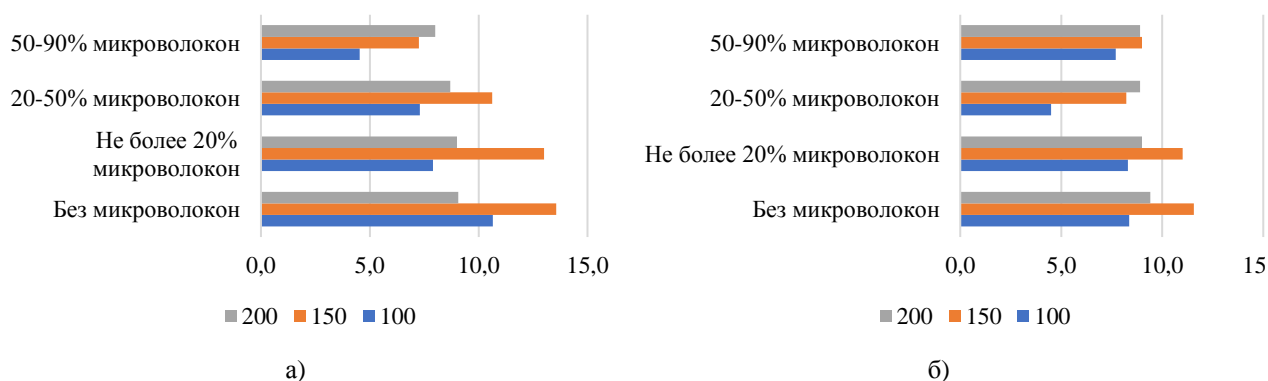
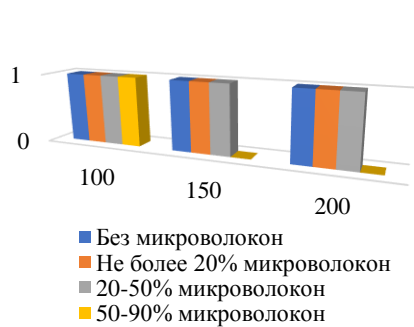
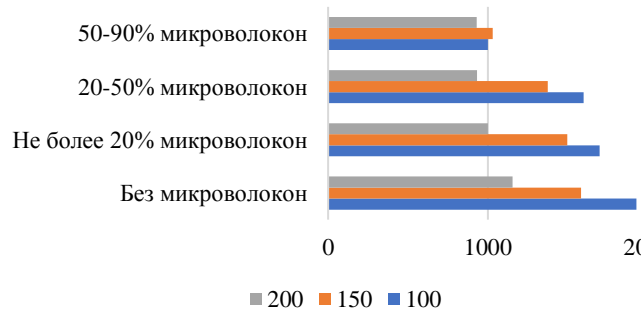


Рис. 1

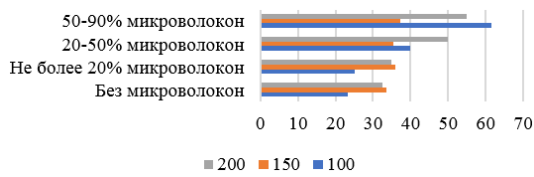


а)



б)

Рис. 2

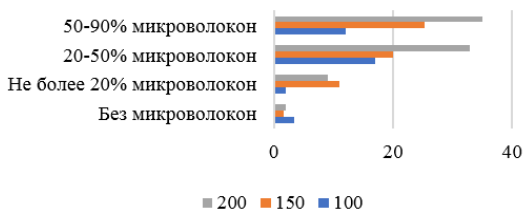


а)



б)

Рис. 3



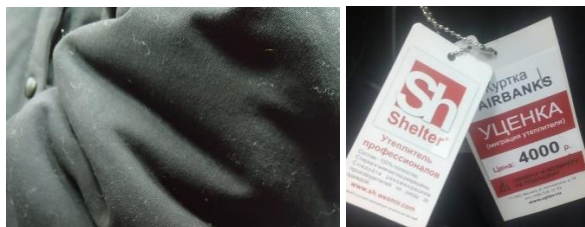
а)



б)

Рис. 4

Увеличение миграции (рис. 4) микроволоконных нетканых материалов (рис. 5 – миграция волокон микроволоконного нетканого материала через ткань верха) влечет за собой необходимость применения антимиграционных слоев (типа спанбонд), увеличения плотности переплетения нитей тканей верха и подкладки, применения каландрированных пуходержащих тканей [6], что приводит к увеличению стоимости готового изделия.



а)

б)

Рис. 5

С одновременным увеличением поверхностной плотности нетканых объемных материалов и содержания микроволокон до 50...90% снижается огнестойкость (рис. 2-а), которая характеризуется:

- распространением пламени до кромки;
- наличием плавления, горящих и плавящихся остатков;
- длительным остаточным горением;
- отсутствием индекса ограниченного распространения пламени.

С увеличением процентного содержания микроволокон в нетканых объемных материалах наблюдается снижение воздухопроницаемости, что ведет к риску увеличения показателя сопротивления испарению (R_{et} , $m^2 \cdot Pa / Wt$), накоплению влаги (w , %), росту парциального давления в пододежном пространстве (P , Pa / m^2) и повышению дискомфорта [1], [2].

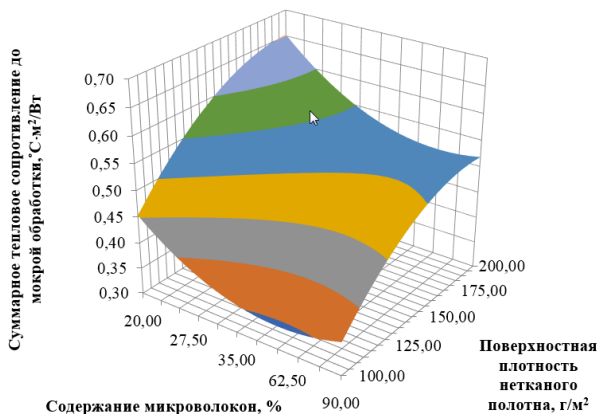


Рис. 6

Исследования выявили, что наиболее высокий показатель суммарного теплового сопротивления до мокрой обработки отмечается у материалов с содержанием не более 20% микроволокон (рис. 6 – график зависимости показателя суммарного теплового сопротивления до мокрой обработки от содержания микроволокон и поверхностной плотности). Отмечено, что увеличение процентного содержания микроволокон во всех указанных выше плотностях нетканых материа-

лов не приводит к росту показателя суммарного теплового сопротивления.

Например, для 100 г/м² наблюдается близкий по значению показатель для материалов с отсутствием микроволокон, а также для материалов с содержанием 50...90% микроволокон. Фиксируется снижение показателя в материалах с содержанием микроволокон 20...50%. На примере 150 г/м² совпадение данных по материалам с содержанием микроволокон 20...50%, 50...90%, а также без них – идентичны. На примере 200 г/м² в материалах с более чем 20%-ным содержанием микроволокон наблюдается снижение показателя. Таким образом, для достижения высокого показателя суммарного теплового сопротивления наиболее сбалансированным составом для нетканых объемных материалов из синтетических волокон является содержание микроволокон до 20% (табл. 2 – средние показатели суммарного теплового сопротивления в зависимости от содержания микроволокон и поверхностной плотности).

Т а б л и ц а 2

Содержание микроволокон, %	Поверхностная плотность, г/м ²		
	100	150	200
	Суммарное тепловое сопротивление до мокрой обработки, °С·м ² /Вт		
0	0,40	0,50	0,60
< 20	0,50	0,60	0,70
20...50	0,30	0,50	0,50
50...90	0,40	0,50	0,50

С увеличением поверхностной плотности объемных нетканых материалов увеличение показателя суммарного теплового сопротивления для материалов без микроволокон увеличивается в большей степени. Так, при увеличении поверхностной плотности от 150 г/м² до 200 г/м² для нетканых материалов без микроволокон суммарное тепловое сопротивление увеличивается на 10%, а для материалов с включением 50...90% микроволокон рост показателя наблюдается не более 7% (рис. 6). Это связано с тем, что немикроволоконные структурные элементы создают в нетканых материалах объемный каркас, что позволяет увеличить содержание воздуха в полотне

[7] (рис. 7 – структура нетканого материала без микроволокон [13]).

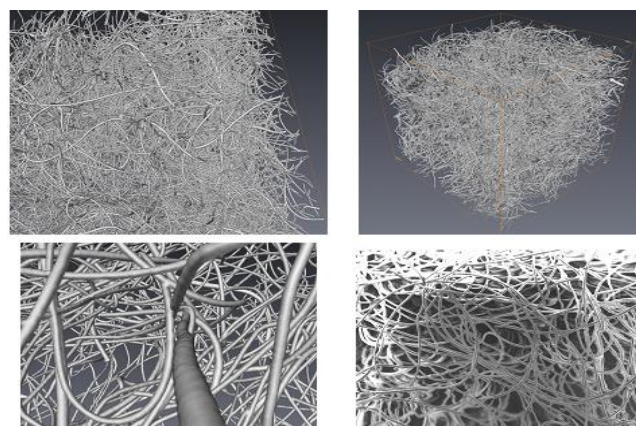


Рис. 7

В нетканых объемных материалах с включением микроволокон после мокрой обработки один из наиболее значимых показателей – суммарное тепловое сопротивление – снижается (табл. 3 – средние показатели суммарного теплового сопротивления после мокрой обработки в зависимости от со-

держания микроволокон и поверхностной плотности; рис. 8 – график зависимости показателя суммарного теплового сопротивления после мокрой обработки от содержания микроволокон и поверхностной плотности).

Т а б л и ц а 3

Содержание микроволокон, %	Поверхностная плотность, г/м ²		
	100	150	200
	Суммарное тепловое сопротивление до мокрой обработки, °С·м ² /Вт		
0	0,40	0,50	0,60
< 20	0,40	0,50	0,60
20...50	0,20	0,40	0,40
50...90	0,30	0,40	0,40

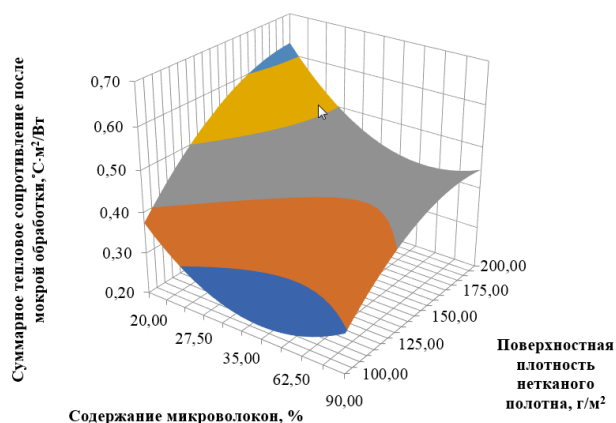


Рис. 8

С ростом поверхностной плотности материалов без микроволокон увеличивается

их толщина (рис. 9 – толщина при давлении 0,2 кПа, мм: а – до мокрой обработки; б – после мокрой обработки), но вместе с тем возрастает и показатель суммарного теплового сопротивления, который сохраняется после мокрой обработки, химчистки, стирки, эксплуатации вследствие высокого показателя устойчивости к многократному сжатию, который в большей степени проявляется у материалов поверхностной плотностью 200 г/м², где наблюдается 15%-ная разница между материалами без микроволокон и с 50...90%-ным содержанием микроволокон (рис. 10 – устойчивость к многократному сжатию, %).

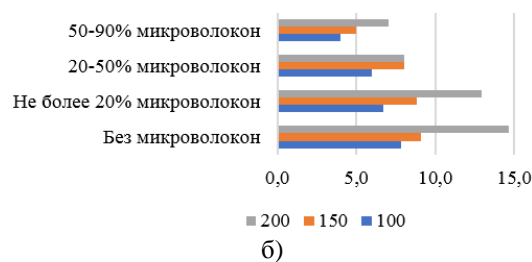
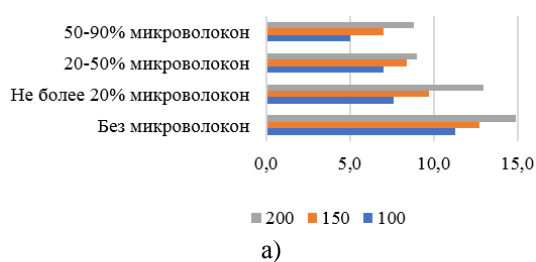


Рис. 9

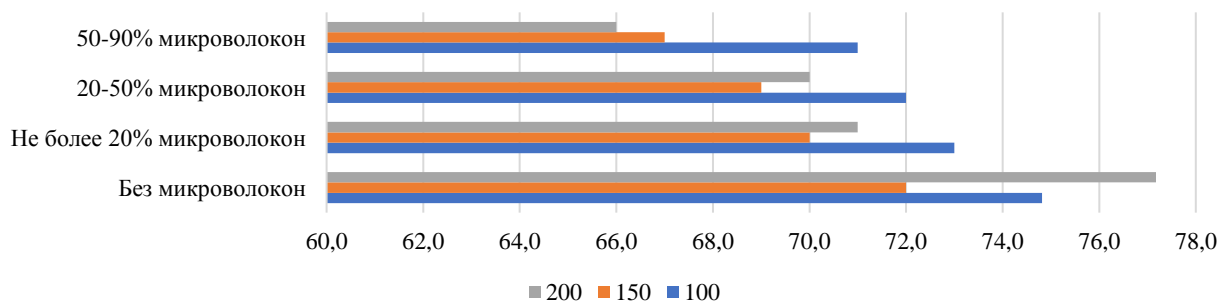


Рис. 10

ВЫВОДЫ

1. Увеличение содержания микроволокон более 20% для нетканых объемных материалов не приводит к повышению суммарного теплового сопротивления, вместе с тем отмечается снижение физико-механических показателей: снижение суммарного теплового сопротивления после мокрых обработок, стирок, эксплуатации; снижение разрывных характеристик; снижение воздухопроницаемости; снижение устойчивости к многократному сжатию; снижение огнестойкости; увеличение миграции через ткань верха и подкладки; увеличение удлинения при разрыве.

2. Материалы, создаваемые с применением микроволокон, требуют более деликатной обработки, эксплуатации, стирки, чистки, химчистки, более частого шага стежки, что не актуально для специальной одежды и униформы с регламентированным сроком службы.

3. Наблюдаются различные подходы к употреблению термина "микроволокно" в международной практике, что приводит к тому, что одни и те же волокна могут быть отнесены одновременно к двум категориям – микро/немикроволокно.

4. Исследование доказало зависимость структуры и свойств нетканых объемных материалов от содержания полиэфирных микроволокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю., Готовкина М.С. Утепленная верхняя одежда: социологический анализ предпочтений россиян // Дизайн и технологии. – 2018, № 65(107). С. 122...130.

2. Готовкина М.С., Мезенцева Е.В. Маркетинговый анализ конъюнктуры рынка теплоизоляционной верхней зимней одежды (на примере Курской и Белгородской областей) // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. – 2018. Т.4, №4.

3. Иванов В.В., Мезенцева Е.В. Научные исследования как неотъемлемый фактор внедрения инноваций (на примере деятельности заводов нетканых материалов "Термопол", Холлофайбер™) // Мат. XX Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2017), 22-26 мая 2017 года. – Иваново: ИВГПУ, 2017. С.25...31.

4. Мезенцева Е.В. Инновационные методы создания термоизоляционных саморегулирующихся волокнистых систем в "умной одежде" // Мат. XXI Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018), 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. Ч.2. С. 78...81.

5. Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю. Перспективные подходы к повышению термоизоляционных свойств одежды: "следующие шаги", технологии, инновации // Мат. XXI Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018), 26-28 сентября 2018 года. – Иваново: ИВГПУ, 2018. Ч.2. С.82...87.

6. Мезенцева Е.В., Иванов В.В. Современные модификации сырья для текстильных полотен // Мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). Ч. 2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. С.113...116.

7. Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю. Современные технологические подходы к повышению теплоизоляционных свойств утепленной одежды // Мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). Ч.2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. С. 160...164.

8. ГОСТ Р 57632–2017. Материалы нетканые для специальной одежды. Утеплители. Технические требования. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2018.

9. Проект ГОСТ Р 1.16.320-1.019.18. Материалы нетканые объемные микроволоконные для специальной одежды. Классификация. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2018.

10. Jooneok K. Alkaline Dissolution Monitoring of Radial-Type Polyester Microfibre Fabrics by a Cationic Dye-Staining Method // Journal of Applied Polymer Science. – Vol 99, 2006. P.279...285.

11. Milwich M. Contributor contact details // Textiles, Polymers and Composites for Buildings. – 2010. P.13...16.

12. Wilson A. Applications of Nonwovens in Technical Textiles. – 2010.

13. Трещалин Ю.М. Композиционные материалы на основе нетканых полотен. – М.: Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, 2015.

REFERENCES

1. Mezentseva E.V., Mishakov V.Yu., Gotovkina M.S. Uteplennaya verkhnyaya odezhda: sotsiologicheskii analiz predpochteniy rossiyan // Dizayn i tekhnologii. – 2018, № 65(107). S. 122...130.

2. Gotovkina M.S., Mezentseva E.V. Marketingovy analiz kon'yunktury rynka teploizolya-tsiionny verkhney zimney odezhdy (na primere Kurskoy i Belgorodskoy oblastey) // Nauchnyy rezul'tat. Tekhnologii biznesa i servisa. – 2018. T.4, №4.

3. Ivanov V.V., Mezentseva E.V. Nauchnye issledovaniya kak neot'emlemyy faktor vnedreniya innovatsiy (na primere deyatelnosti zavodov netkanykh materialov "Termopol", Khollofaybertm // Mat. XX Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2017), 22-26 maya 2017 goda. – Ivanovo: IVGPU, 2017. S.25...31.

4. Mezentseva E.V. Innovatsionnye metody sozdaniya termoizolyatsionnykh samoreguliruyushchikhsya voloknistykh sistem v "umnoy odezhde" // Mat. XXI Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2018), 26-28 sentyabrya 2018 goda. – Ivanovo: IVGPU, 2018. Ch.2. S. 78...81.

5. Mezentseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu. Perspektivnye podkhody k povysheniyu termoizolyatsionnykh svoystv odezhdy: "sleduyushchie shagi", tekhnologii, innovatsii // Mat. XXI Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2018), 26-28 sentyabrya 2018 goda. – Ivanovo: IVGPU, 2018. Ch.2. S.82...87.

6. Mezentseva E.V., Ivanov V.V. Sovremennye modifikatsii syr'ya dlya tekstil'nykh poloten // Mat. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATSII-2018). Ch. 2. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2018. S.113...116.

7. Mezentseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu. Sovremennye tekhnologicheskie podkhody k povyshe-

niyu teploizolyatsionnykh svoystv uteplennoy odezhdy // Mat. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATSII-2018). Ch.2. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2018. S. 160...164.

8. GOST R 57632–2017. Materialy netkanye dlya spetsial'noy odezhdy. Utepliteli. Tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. – M.: Standartinform, 2018.

9. Proekt GOST R 1.16.320-1.019.18. Materialy netkanye ob'emnye mikrovolokonnye dlya spetsial'noy odezhdy. Klassifikatsiya. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. – M.: Standartinform, 2018.

10. Jooneok K. Alkaline Dissolution Monitoring of Radial-Type Polyester Microfibre Fabrics by a Cationic Dye-Staining Method // Journal of Applied Polymer Science. – Vol 99, 2006. P.279...285.

11. Milwich M. Contributor contact details // Textiles, Polymers and Composites for Buildings. – 2010. P.13...16.

12. Wilson A. Applications of Nonwovens in Technical Textiles. – 2010.

13. Treshchalin Yu.M. Kompozitsionnye materialy na osnove netkanykh poloten. – M.: Moskovskiy gos. un-t im. M.V. Lomonosova, 2015.

Рекомендована кафедрой коммерции и сервиса ГГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 04.03.19.

УДК 675.6

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА ШКУРОК КРОЛИКА НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

INFLUENCE OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE PLUCK FEET OF RABBIT SKINS ON THE DESIGN OF FUR PRODUCTS

O.A. СТРЕПЕТОВА, М.В. ГОРБАЧЕВА, Г.Г. СОКОВА

O.A. STREPETOVA, M.V. GORBACHEVA, G.G. SOKOVA

(Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии-МВА имени К.И. Скрябина, Костромской государственный университет)

(Federal Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology-MVA named after K.I. Skryabin, Kostroma State University)

E-mail: strepetova@bk.ru; gmv76@bk.ru4 sokoffg@mail.ru

В работе отражены результаты экспериментальных исследований структурных характеристик волосяного покрова шкур кролика породы рекс для разработки шкалы оценивания его разнооттеночности и уравненности. Объектами исследований служили шкурки кролика породы рекс окраски кас-

тор, которые были разделены на группы в зависимости от уравниности и окраски волосяного покрова. Подтверждено, что количество и процентное соотношение зон и их цвет зависят только от категории волоса. Полученные математические модели уравнений позволяют утверждать, что разнооттеночность волосяного покрова шкурки кролика породы рекс связана с увеличением разницы длины остевого и пухового волоса. Проведенные комплексные исследования структурных характеристик и особенностей волосяного покрова шкурки кролика породы рекс легли в основу шкалы оценки качества их волосяного покрова.

The paper reflects the results of experimental studies of the structural characteristics of the pluck feet of a Rex rabbit skins to develop a scale for assessing its heterogeneity and uniformity. The objects of research were skins of a Rex rabbit of castor color, which were divided into groups depending on the uniformity and color of the hairline. It is confirmed that the number and percentage of zones, and their color, depends only on the category of hair. The obtained mathematical models of equations allow us to state that the different shade of the hair cover of the skins of a Rex rabbit is associated with an increase in the difference in the length of the outer and down hair. Comprehensive studies of the structural characteristics and characteristics of the hairline of Rex rabbit skins of castor color formed the basis of the scale for assessing the quality of their hairline.

Ключевые слова: кролик, рекс, окраска, волосяной покров, цветовые зоны, меховое изделие.

Keywords: rabbit, rex, dyeing, pluck feet, color zones, fur product.

Меховой рынок России продолжает быть крупнейшим в мире по потреблению изделий, несмотря на сезонный покупательский спрос. Отрасль выпускает широкий ассортимент меховых товаров, который постоянно обновляется за счет новых видов полуфабриката и экстравагантных моделей.

В разные периоды становления и развития меховой индустрии одним из наиболее распространенных видов мехового сырья были шкурки кролика нормальноволосого. В конце XX века отрасль их перерабатывала более 50 млн. шт. в год, что позволяло решать задачи обеспечения населения страны головными уборами, детской верхней одеждой и др. Вопросам заготовок и переработки шкурки кролика уделялось огромное внимание [6].

Начиная с 2000-х гг. и по настоящее время значительный спрос отмечен на шкурки кролика коротковолосого – рекс, волосяной покров которых отличается уравниностью по длине кроющего и пухового яруса.

Вместе с тем меховой полуфабрикат – формообразующая основа мехового изделия [3], которая характеризуется видовыми особенностями и морфогометрическими свойствами, определяющими художественно-эстетическое выражение изделия. Соответственно, для изготовления меховых скроев высокого качества необходимо подбирать шкурки по однородности товарно-технологических свойств [1], [2], [4], что и обуславливает актуальность темы исследования.

Цель работы – исследование структурных характеристик волосяного покрова шкурки кролика породы рекс для разработки шкалы оценивания его разнооттеночности и уравниности.

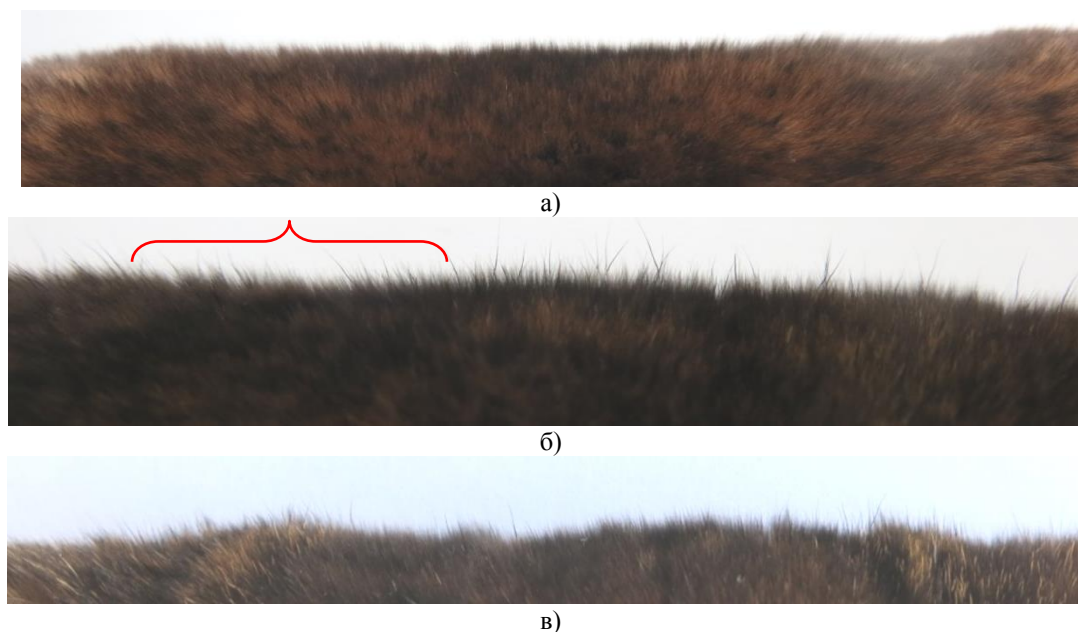
Объектами исследований служили шкурки кролика породы рекс окраски кастор, которые были разделены на группы (рис. 1) в зависимости от уравниности и окраски волосяного покрова.

- Группа 1 – шкурки с уравниным по длине волосяным покровом, равномерной каштаново-коричневой окраски (рис. 1-а).

- Группа 2 – шкурки с наличием выступающих над общей массой волосяного покрова удлинненных волос. Окраска равномер-

но каштаново-коричневого цвета (рис. 1-б).

Группа 3 – шкурки с разнооттеночным ("пегим") волосяным покровом (рис. 1-в).



в)
Рис. 1

Морфологическое и структурно-геометрическое строение волосяного покрова меховой шкурки в значительной степени определяет свойства сырья и полуфабриката, процесс проектирования мехового изделия и качество готовой продукции [4].

Волосяной покров шкурок кролика породы рекс окраски кастор состоит из направляющих, остевых и пуховых волос. Результаты измерения естественной длины волос изучаемых групп шкурок представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Группа	Топографический участок	Длина волоса, мм					
		направляющий		остевой		пуховой	
		х±mх	Сv, %	х±mх	Сv, %	х±mх	Сv, %
1	Хребет	22,4±0,3	9,5	20,9±0,4	14,8	18,6±0,3	12,6
	Огузок	24,4±0,4	11,6	22,7±0,4	14,1	20,9±0,4	14,1
	Бок	25,6±0,3	8,3	21,6±0,3	9,8	19,3±0,4	14,1
2	Хребет	27,9±0,5	13,4	22,4±0,5	15,8	19,7±0,4	14,8
	Огузок	29,5±0,6	14,8	24,6±0,5	15,2	21,4±0,3	10,6
	Бок	28,2±0,3	14,1	23,1±0,5	15,6	20,2±0,4	14,8
3	Хребет	28,2±0,5	13,5	25,2±0,6	16,3	20,4±0,5	17,7
	Огузок	30,8±0,6	14,8	27,9±0,6	14,1	23,1±0,6	17,7
	Бок	29,1±0,6	14,8	26,1±0,6	14,8	21,4±0,6	18,4

П р и м е ч а н и е. *n – количество измерений каждой категории волос, количество шкурок.

Как видно из данных табл. 1, длина волоса у исследуемых шкурок кролика зависит от его морфологической категории, топографического участка и сформированной опытной группы.

В 1-й опытной группе шкурок длина пухового и остевого волоса отличается не более чем на 2 мм и практически незаметна

при органолептической оценке. Уравненность по длине волосяного покрова впоследствии создаст преимущества при моделировании, проектировании и раскрое изделий, обеспечив минимизацию отходов скорняжного производства, в частности лоскута.

Аналогичная тенденция установлена и во 2-й группе шкурок кролика. При этом по

длине направляющий волос превосходит остевой на 5 мм, образуя неуровненность волосяного покрова, которая отличает 2-ю группу шкурок от других опытных групп. Значительное количество направляющего волоса способствует образованию выраженной ярусности волосяного покрова, которую необходимо учитывать при проведении производственной сортировки. Разница между средними значениями длины всех категорий волос достоверна при $p \geq 0,95$.

В ходе исследований в 3-й группе шкурок определена достоверная разница (при $p \geq 0,95$) по длине пухового и остевого волос, которая составила в среднем 5 мм (табл. 1). Выявленное различие изменяет общую окраску волосяного покрова шкурок, напрямую зависящую от цвета участков стержня кроющих и пуховых волос. Резко выраженная "пегость" волосяного покрова в 3-й группе шкурок значительно снизит товарную и коммерческую ценность сырья, полуфабриката и негативно отразится при конструировании мехового изделия.

При определении густоты волосяного покрова шкурок кролика породы рекс установлено, что у 1-й группы направляющий

волос располагается рассредоточенно на площади шкурки – на 1 см² не более 1 волоса. У шкурок кролика 2 и 3-й группы отмечается преобладание направляющих волос – 6...8 волос на 1 см², чем у шкурок 1-й группы.

Шкурки кролика 1 и 2-й группы по количеству остевых и пуховых волос не отличаются друг от друга (при $p \geq 0,95$). Вместе с тем у 3-й группы шкурок кролика остевых волос достоверно больше, по сравнению со шкурками 1 и 2-й группы, что положительно отразится на теплозащитных свойствах шкурок.

В скорняжных производствах при подборе шкурок на изделие необходимо обращать внимание на цвет волосяного покрова – в связи со снижением эстетического восприятия мехового изделия [5]. Волосяной покров изучаемых групп шкурок кролика породы рекс кастор имеет зонарную окраску – на стержне волоса чередуются выраженные зоны разного цвета (от основания к кончику) – светло-серая → серая → каштановая → черная (рис. 2).

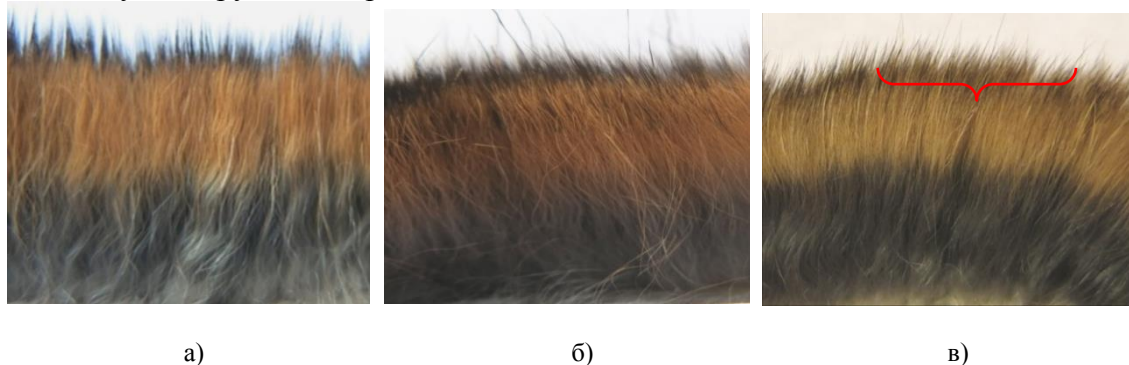


Рис. 2

На рис. 2 (цветовые зоны волосяного покрова шкурок кролика породы рекс окраски кастор: а) 1-я группа; б) 2-я группа; в) 3-я группа) хорошо видно, что верхняя часть кроющего волоса черного цвета различной интенсивности. Верхний ярус волосяного покрова у шкурок кролика породы рекс кастор 1 и 2-й группы выраженного насыщенного черного цвета, в отличие от шкурок 3-й группы, характеризующихся размытой буровато-черной зоной (рис. 2-в). Выступающая черная часть стержня направляющих

волос у шкурок 2-й группы не оказывает влияния на цвет волосяного покрова шкурки в целом.

С целью обоснования и объективной оценки разнооттеночности, степени выраженности цветовых зон, определенных в изучаемых группах шкурок кролика, было исследовано соотношение цветовых зон по длине стержня различных категорий волос (рис. 3). Подтверждено, что количество и процентное соотношение зон и их цвет зависят только от категории волоса (направляющий, остевый).

вой и пуховой). Визуализация цифровой информации длины различных категорий волос и величины цветных зон изучаемых групп шкурок кролика приведена на рис. 3

(распределение цветных зон волосяного покрова шкурок кролика окраски кастор: а) 1-я группа; б) 2-я группа; в) 3-я группа).

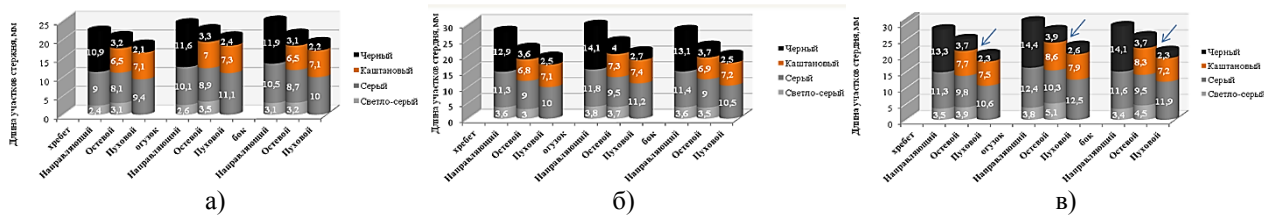


Рис. 3

Как видно из представленного рисунка, однородная окраска волосяного покрова 1 и 2-й группы шкурок кролика образуется за счет совпадения черных зон направляющего, остевого и пухового волоса (рис. 3-а, б). В 3-й группе черный кончик пухового волоса, располагаясь ниже черной зоны остевого волоса, открывает каштановую часть остевого волоса. Таким образом, формируется разнооттеночность или "пегость" на волосяном покрове (рис. 3-в), значительно снижающая эстетические свойства шкурки в целом.

Выявленные неуровненность волосяного покрова и неоднородность окраски могут быть устранены при отделочных операциях – стрижка и крашение.

Для подтверждения выявленных зависимостей и влияния разницы длины ости и пуха на однородность окраски волосяного покрова шкурок был проведен корреляционный и регрессионный анализ данных. Полученные математические модели уравнений и рассчитанный коэффициент детерминации (R^2), равный для 3-й группы шкурок на боку – 0,980, огузке – 0,984, хребте – 0,98, позволяют утверждать, что указанная разнооттеночность волосяного покрова шкурок кролика породы рекс связана с увеличением разницы длины остевого и пухового волоса.

ВЫВОДЫ

Проведенные комплексные исследования структурных характеристик и особенностей волосяного покрова шкурок кролика рекс, окраса кастор, легли в основу

шкалы оценки качества их волосяного покрова. Введение в процесс сортировки шкурок дополнительных показателей: уравнивание волосяного покрова и однородность окраски шкурок необходимо для снижения возможных коммерческих и производственных потерь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипенко М. Ю. Автоматизация проектирования изделий из натурального меха с использованием дискретных задач оптимального размещения: Дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2004.
2. Кутюшев Ф.С. Скорняжное производство. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
3. Морозова М.В. Художественное проектирование меховых изделий на примере работы компании ERTON GROUP // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена. – 2010, №126. С. 360...363.
4. Алексеенко И.В. и др. Производство меховой одежды: инновационные подходы в проектировании. – Омск: Омский гос. ин-т сервиса, Омский гос. технич. ун-т, 2014.
5. Терская Л.А. Теоретические основы проектирования меховых изделий. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2001.
6. Симонов Е.А. Перспективы выпуска меховых изделий из шкурок кролика // Кролиководство и звероводство. – 1999, №4. С. 2...3.

REFERENCES

1. Arkhipenko M. Yu. Avtomatizatsiya proektirovaniya izdeliy iz natural'nogo mekha s ispol'zovaniem diskretnykh zadach optimal'nogo razmeshcheniya: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – Omsk, 2004.
2. Kutyushev F.S. Skornyazhnoe proizvodstvo. – M.: Legprombytizdat, 1989.
3. Morozova M.V. Khudozhestvennoe proektirovanie mekhovykh izdeliy na primere raboty kompanii ERTON GROUP // Izvestiya Rossiyskogo gosudakstven-

nogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena. – 2010, №126. S. 360...363.

4. Alekseenko I.V. i dr. Proizvodstvo mekhovoy odezhdy: innovatsionnye podkhody v proektirovanii. – Omsk: Omskiy gos. in-t servisa, Omskiy gos. tekhnich. un-t, 2014.

5. Terskaya L.A. Teoreticheskie osnovy proektirovaniya mekhovykh izdeliy. – Vladivostok: Izd-vo VGUES, 2001.

6. Simonov E.A. Perspektivy vypuska mekhovykh izdeliy iz shkurok krolika // Krolikovodstvo i zverovodstvo. – 1999, №4. S. 2...3.

Рекомендована кафедрой товароведения, технологии сырья и продуктов животного и растительного происхождения МВА им. К.И. Скрябина. Поступила 11.08.19.

УДК 621.8: 624.04

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

MODELING AND DETERMINATION OF FREQUENCY CHARACTERISTICS OF A ROBOTICS STRUCTURES FROM COMPOSITE MATERIALS

К.З. ХАЙРНАСОВ

K.Z. KHAYRNASOV

(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)

(National Research Moscow State University of Civil Engineering)

Email: kamilh@mail.ru

Рассматривается методика моделирования и определения собственных частот колебаний конструкции из композиционного материала, включающей в себя элементы, присущие роботизированным механизмам текстильной промышленности. Предложен метод оптимального расположения основы композиционного материала по линиям максимальных напряжений. Предложена методология аппроксимации элементов роботизированных систем в методе конечных элементов. Приведены формы колебаний роботизированной системы на примере многостепенного стенда полунатурного моделирования, определенных с применением метода конечных элементов. Разработанные методы позволяют изучать роботизированные системы из однородных и композиционных материалов.

The technique of modeling and determining the natural frequencies of the vibrations of a structure from a composite material that includes elements inherent in robotic mechanisms the textile industry is considered. A method is proposed for the optimal arrangement of the basis of the composite material along the lines of maximum stresses. A methodology for approximating elements of robotic systems in the finite element method is proposed. The oscillation modes of a robotic system on the example of a multi-stage stand for semi-natural modeling determined using the finite element method are presented. The developed methods allow the study of robotic systems of homogeneous and composite materials.

Ключевые слова: композиционные материалы, метод конечных элементов, собственные частоты, роботизированные конструкции.

Keywords: composite materials, finite element method, natural frequencies, robotic systems.

Последние годы характеризуются интенсивной разработкой и применением конструкций из конструкционных материалов. Особенности технологии разработки композиционных материалов для создания материалов с заданной ориентацией свойств, высокие удельные характеристики жесткости и прочности отличают композиты в семействе конструкционных материалов [1...3].

В то же время одним из факторов, определяющих работоспособность конструкций, является прочность и устойчивость ее динамических параметров. Превышение допустимых пределов прочности и катастрофические изменения в элементах конструкции приводят, как правило, к исчерпанию несущей способности конструкции.

В последнее время также большое внимание уделяется поведению конструкций при динамических воздействиях [4...10]. Учет динамики загрузки позволяет значительно снизить вес конструкции, увеличить его технико-экономические показатели.

Стремление максимизировать преимущества композиционных материалов по сравнению с другими конструкционными материалами и металлами требует совершенствования методов исследования.

Комплексное изучение несущей способности и динамического поведения роботизированных конструкций текстильной промышленности представляет собой сложную научно-техническую задачу, требующую осуществления большого объема теоретических и экспериментальных исследований в процессе разработки и изготовления [11...13]. Поэтому исследования в этой области являются важными и актуальными. Одним из способов, определяющих решение этой проблемы, является совершенствование методов исследования путем создания алгоритмов и программ и адаптации существующих разработок, которые позволяют в рамках единого методологического подхода про-

водить детальный анализ таких конструкций из однородных и композитных материалов.

Рассмотрим процедуру моделирования роботизированной системы на примере многоступенчатого динамического стенда для полунатурного моделирования, в дальнейшем называемого стендом. Рассмотрим методику расположения основы многослойного композиционного материала и определения собственных частот колебаний стенда. Использование композиционного материала еще не использовалось при проектировании стендов. Удельная прочность композиционного материала в 1,5 раза выше, чем у материалов, используемых в настоящее время при изготовлении стендов. Основным недостатком композиционного материала является его низкая жесткость в направлении, не совпадающем с основой композита. В то же время композитный материал является многослойным; поэтому, изменяя послойное направление основы композита, можно добиться достаточной структурной жесткости.

Задача решается методом конечных элементов, наиболее распространенным численным методом, который позволяет решать широкий класс задач, в том числе конструкций из композиционных материалов [14...17].

Стенд является сложной структурой, имеющей в своей конструкции зубчатые колеса, подшипники качения, редукторы, которые неадекватно аппроксимируются конечными элементами. Поэтому зубчатые колеса были заменены системой стержней с точки зрения жесткости, равной жесткости зубчатого колеса. Аналогичная процедура была использована для моделирования подшипников и редукторов.

Тело стенда было аппроксимировано трехслойными композитными оболочками с внешними несущими слоями и наполнителем между несущими слоями [5], [12].

Наполнитель из легкого материала, такого как пенопласт, воспринимает только сдвиговые напряжения и предотвращает схождение несущих слоев. Характеристики многослойного композиционного материала определялись исходя из заданных характеристик его составных слоев. Важным в расположении слоев композиционного материала является расположение его основы. Основа композита должна располагаться вдоль путей максимальных напряжений для получения наиболее жесткой структуры композита. Чтобы идентифицировать траектории максимальных напряжений в качестве первого приближения, в данной работе на первом этапе был рассчитан стенд из однородного материала и определены траектории максимальных напряжений.

На втором этапе основание из композитного материала располагалось вдоль полученных траекторий максимальных напряжений, а стенд уже был рассчитан из композита. Поскольку композитный материал имеет слабые характеристики сдвига, местоположение основания было скорректировано в соответствии с результатами второго расчета, чтобы получить оптимальное расположение многослойной композитной структуры. Таким образом, оптимальная конструкция стенда была смоделирована из композитного материала и определены частотные характеристики стенда.

Процедура определения собственных частот колебаний стенда была следующей. Уравнение движения стенда, полученное на уравнениях Лагранжа в конечно-элементной формулировке, можно записать в следующем виде [10]:

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{q\} = \{Q\}. \quad (1)$$

Здесь $[M]$ – матрица масс; $[K]$ – матрица жесткости; $\{Q\}$ – вектор внешних сил, $\{q\}$ – обобщенное перемещение; точка над буквой означает производную по времени.

Зададим решения уравнения (1) в виде

$$q = C_1 \sin(\omega t + \varphi) + C_2 \cos(\omega t + \varphi),$$

где ω, t, φ – частота, время и фазовый сдвиг, и, приравнявая вектор внешних сил

к нулю, получаем уравнение для определения собственных частот и форм колебаний конструкции:

$$([M]\{\omega^2\} + [K])\{q\} = \{0\}.$$

Определение собственных частот и форм колебаний конструкции сводится к определению собственных значений и собственных векторов матрицы $[M]^{-1}[K]$.

На рис. 1 показана аппроксимация стенда конечными элементами и первая частота колебаний стенда из композиционного материала (вид спереди и вид сверху).

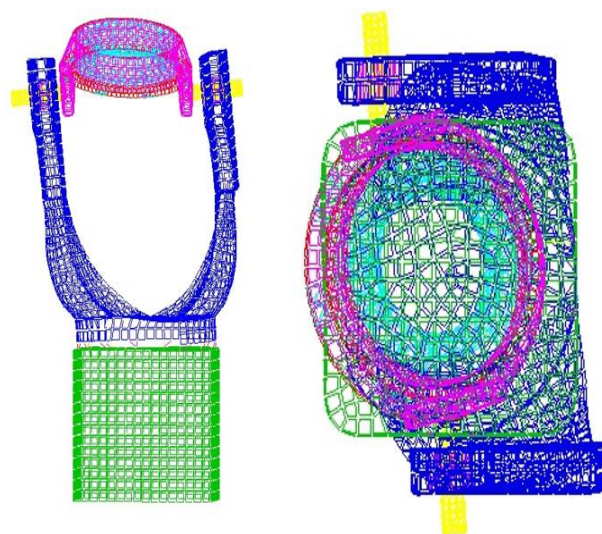


Рис. 1

ВЫВОДЫ

Разработана методика моделирования и аппроксимации конструкций из многослойного композиционного материала применительно к сложным конструкциям: стендам с элементами, присущими роботизированным системам. Разработана процедура оптимального размещения основы композитного материала вдоль линий максимальных напряжений для создания максимальной структурной жесткости. Проведен расчет собственных частот колебаний модели стенда из многослойного композиционного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джонс Р.М. Механика композиционных материалов. – Лондон: Тейлор и Фрэнсис, 2014. С. 538.

2. Reddi J.N. Механика многослойных композитных пластин и оболочек: теория и анализ. – 2-е изд. – Taylor & Francis Inc., 2003. P. 858.

3. Grover H., Singh B.N., Maiti D.K. Аналитическое и конечноэлементное моделирование многослойных композитных и трехслойных плит: Оценка новой теории деформации сдвига для свободного отклика вибрации // Int. J. Mech. Sci. – 2013. V. 67. P.89...99.

4. Тамразян А.Г., Аветилян Л.А. Экспериментальные исследования внецентренно сжатых железобетонных элементов при кратковременных динамических нагрузениях в условиях огневых воздействий // Промышленное и гражданское строительство. – 2014, № 4. С. 24...28.

5. Тамразян А.Г. Оценка риска и надежности несущих конструкций и ключевых элементов – необходимое условие безопасности зданий и сооружений // Вестник ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко "Исследования по теории сооружений". – 2009, № 1. С.160...171.

6. Тамразян А.Г., Фаликман В.Р. Основные требования к проектированию железобетонных конструкций по модельному кодексу ФИБ // Строительство и реконструкция. – 2016, № 3 (65). С. 71...77.

7. Тамразян А.Г., Манаенков И.К. К расчету плоских железобетонных перекрытий с учетом фактической жесткости сечения // Научное обозрение. – 2015, № 8. С. 87...92.

8. Тамразян А.Г., Филимонова Е.А. О влиянии снижения жесткости железобетонных плит перекрытий на несущую способность при длительном действии нагрузки // Промышленное и гражданское строительство. – 2012, № 7. С. 30...32.

9. Тамразян А.Г., Филимонова Е.А. Метод поиска резерва несущей способности железобетонных плит перекрытий // Промышленное и гражданское строительство. – 2011, № 3. С. 23...25.

10. Образцов И.Ф., Вольмир А.С., Хайрмасов К.З. Тороидальные оболочки: запаздывающие катастрофы при динамической нагрузке // Доклады Академии наук СССР. – 1982. № 6 (266). С. 1344...1346.

11. Каманю П., Ламберт Л. Методология проектирования механически связанных соединений в слоистых композиционных материалах // Compos. Sci. Technol. – 2006, № 66. P. 3004...3020.

12. Roos R., Kress G., Ermanni P. Метод постобработки для межслойных нормальных напряжений в двукратно изогнутых композитах // J. Compos. Struct. – 2007. V. 81. P. 463...470.

13. Хайрмасов К.З. Методология оптимизации компоновки многоступенчатых динамических стенов для полунатурного моделирования // Вестник РУДН. – 2002, № 1. С. 37...41.

14. Zienkiewicz, O.C., Taylor R.L., Чжу J.Z. Метод конечных элементов: его основа и фундамент. – Оксфорд: Butterworth-Heinemann, 2013. P. 756.

15. Moaveni, S. Теория конечно-элементного анализа и применение с ANSYS (Pearson Education). – 2015. P. 929.

16. Кутроманос И. Прикладные основы анализа конечных элементов. Линейный конечно-элементный анализ. – N-Y: John Wiley & Sons, 2018. P. 731.

17. Bate K. Дж. Конечно-элементные процедуры. – США: Прентис Холл, Пирсон образование. Inc., 2006. P. 1037.

REFERENCES

1. Dzhons R.M. Mekhanika kompozitsionnykh materialov. – London: Teylor i Frensis, 2014. S. 538.

2. Reddi J.N. Mekhanika mnogoslounykh kompozitnykh plastin i obolochek: teoriya i analiz. – 2-e izd.. – Taylor & Francis Inc., 2003. P. 858.

3. Grover N., Singkh B.N., Maiti D.K. Analiticheskoe i konechnoelementnoe modelirovanie mnogoslounykh kompozitnykh i trekhsloynnykh plit: Otsenka novoy teorii deformatsii sdviga dlya svobodnogo otklika vibratsii // Int. J. Mech. Sci. – 2013. V. 67. P.89...99.

4. Tamrazyan A.G., Avetisyan L.A. Eksperimental'nye issledovaniya vnetsentrenno shtatykh zhelezobetonnykh elementov pri kratkovremennykh dinamicheskikh nagruzheniyakh v usloviyakh ognevykh vozdeystviy // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2014, № 4. S. 24...28.

5. Tamrazyan A.G. Otsenka riska i nadezhnosti nesushchikh konstruksiy i klyuchevykh elementov – neobkhodimoe uslovie bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy // Vestnik TsNIISK im. V.A. Kucherenko "Issledovaniya po teorii sooruzheniy". – 2009, № 1. S.160...171.

6. Tamrazyan A.G., Falikman V.R. Osnovnye trebovaniya k proektirovaniyu zhelezobetonnykh konstruksiy po model'nomu kodeksu FIB // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. – 2016, № 3 (65). S. 71...77.

7. Tamrazyan A.G., Manaenkov I.K. K raschetu ploskikh zhelezobetonnykh perekrytiy s uchetom fakticheskoy zhestkosti secheniya // Nauchnoe obozrenie. – 2015, № 8. S. 87...92.

8. Tamrazyan A.G., Filimonova E.A. O vliyaniy snizheniya zhestkosti zhelezobetonnykh plit perekrytiy na nesushchuyu sposobnost' pri dlitel'nom deystvii nagruzki // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2012, № 7. S. 30...32.

9. Tamrazyan A.G., Filimonova E.A. Metod poiska rezerva nesushchey sposobnosti zhelezobetonnykh plit perekrytiy // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2011, № 3. S. 23...25.

10. Obratsov I.F., Vol'mir A.S., Khayrnasov K.Z. Toroidal'nye obolochki: zapazdyvayushchie katastrofy pri dinamicheskoy nagruzke // Doklady Akademii nauk SSSR. – 1982. № 6 (266). S. 1344...1346.

11. Kamanyu P., Lambert L. Metodologiya proektirovaniya mekhanicheski svyazannykh soedineniy v sloistykh kompozitsionnykh materialakh // Compos. Sci. Technol. – 2006, № 66. P. 3004...3020.

12. Roos R., Kress G., Ermanni P. Metod postobrabotki dlya mezhsloynnykh normal'nykh napryazheniy v dvukratno izognutykh kompozitakh // J. Compos. Struct. – 2007. V. 81. P. 463...470.

13. Khayrnasov K.Z. Metodologiya optimizatsii komponovki mnogostupenchatykh dinamicheskikh stendov dlya polunaturalnogo modelirovaniya // Vestnik RUDN. – 2002, № 1. S. 37...41.

14. Zienkiewicz, OC, Taylor R.L., Chzhu J.Z. Metod konechnykh elementov: ego osnova i fundament. – Oksford: Butterworth-Heinemann, 2013. P. 756.

15. Moaveni, S. Teoriya konechno-elementnogo analiza i primeneniye s ANSYS (Pearson Education). – 2015. P. 929.

16. Kutromanos I. Prikladnye osnovy analiza konechnykh elementov. Lineynyy konechno-elementnyy analiz. – N-Y.: John Wiley & Sons, 2018. P. 731.

17. Bate K. Dzh. Konechno-elementnye protsedury. – SShA: Prentis Khol, Piron obrazovanie. Inc., 2006. P. 1037.

Рекомендована кафедрой железобетонных и каменных конструкций. Поступила 28.08.19.

УДК 677.024

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ, ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ МАРЛИ

A STUDY OF PHYSICOMECHANICAL, HYGIENIC PROPERTIES OF MODIFIED SAMPLES MARLEY

*В.М. ДЖАНПАИЗОВА, Р.С. ТАШМЕНОВ, Ж.С. ТОКСАНБАЕВ,
Г.Ш. АШИРБЕКОВА, Н.Н. ТОЛГАНБЕК, Н.А. АЙТОРЕЕВ*

*V.M. JANPAIZOVA, R.S. TASHMENOV, J.S. TOKSANBAEVA,
G.SH. ASHIRBEKOVA, N.N. TOLGANBEK, N.A. AUTOREIV*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан,
Южно-Казахстанская медицинская академия, Республика Казахстан)

(M. Auevov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan,
South Kazakhstan Medical Academy, Republic of Kazakhstan)

E-mail: vasmir1@mail.ru

В статье представлены результаты анализа физико-механических, гигиенических свойств модифицированных образцов марли на основе наноцитрата серебра. Для оценки потребительских свойств модифицированные образцы марли были испытаны стандартными методами. Анализ полученных данных по физико-механическим показателям позволил установить, что процесс модифицирования оказал положительное влияние на основные механические характеристики марли. Улучшились физико-механические свойства модифицированной марли, что связано с структурированием волокон. Изучение гигиенических свойств текстильных перевязочных материалов показало улучшение таких показателей, как водопоглощение, капиллярность и гигроскопичность.

This article presents the results of the analysis of physical, mechanical, hygienic properties of modified samples of gauze based on silver nanocitrate. To assess consumer properties, modified samples of gauze were tested by standard methods. Analysis of the obtained data on physical and mechanical parameters allowed to establish that the process of modification had a positive impact on the basic mechanical char-

acteristics of the gauze. Improved physical and mechanical properties of the modified gauze, which is associated with the structuring of fibers. The study of hygienic properties of textile dressings showed improvement of such indicators as water absorption, capillarity and hygroscopicity.

Ключевые слова: текстильные перевязочные материалы, наночитрат серебра, бактерицидные свойства, аэрозольный способ, пропитка.

Keywords: textile dressings, silver nano-citrate, bactericidal properties, aerosol method, impregnation.

Изучение научной и научно-технической литературы по приданию антимикробных свойств текстильным материалам показывает, что получение устойчивого биоцидного эффекта возможно как с применением новых композиций на основе водорастворимых пленкообразующих полимеров, так и путем модификации текстильного материала с применением наноразмерных частиц металлов и их оксидов. Применение достижений нанотехнологий для придания новых свойств текстильным материалам является перспективным способом интенсификации процессов и операций отделочного производства. Современные успехи в области нанотехнологий открывают новые возможности разработки принципиально новых технологических процессов получения антимикробных препаратов и их композиций. Существуют самые различные технологии получения подобных материалов и изделий – от обработки волокна на стадии прядения для введения в них наночастиц металлов или других соединений, до обработки готовых изделий специальными составами. Большой интерес представляют собой разработки рекомендаций по использованию модифицированных текстильных материалов с антисептическими свойствами с учетом их гигиенических, физико-механических свойств, а также безопасности для человека и окружающей среды [1].

Уровень качества продукции определяется ее потребительскими свойствами. Потребительские свойства материалов оцениваются не только структурными характеристиками, но и физико-механическими свойствами, которые определяли согласно стандартным методикам [2], [3].

На основе литературного анализа было установлено, что на потребительском рынке отсутствуют перевязочные материалы с антисептическими свойствами пролонгированного действия, изготовленные из марли медицинской. Такие изделия, обладающие высокими гигиеническими и износостойкими свойствами, обеспечивают комфорт и уют, необходимые во многих сферах деятельности человека, а первоначально – в медицинских учреждениях и в армии. Для изготовления перевязочных материалов используется хлопчатобумажная марля медицинская. Поэтому при выборе объекта исследования были проанализированы свойства марли медицинской различной плотности.

Для испытаний в данной работе были выбрана марля медицинская, содержащая 100% хлопка. Выбранные образцы марли имеют однородный волокнистый состав, они выработаны разными переплетениями, способами отделки лицевой поверхности, каждый образец имеет свою среднюю поверхностную плотность и т.д. Структурные характеристики исследуемых тканей, общая пористость R_0Q и поверхностная пористость R_s , определены по стандартным методикам [2].

На практике при эксплуатации изделия подвергаются растяжению, усадке, разрывным нагрузкам, стиранию, поэтому модифицированная марля должна иметь прочностные характеристики. Образцы марли должны быть мягкими, выдерживать определенную разрывную нагрузку, малоусадочными. Такие свойства обеспечивают их удобное использование при получении перевязочных материалов с антисептиче-

скими свойствами. Для оценки потребительских свойств модифицированные образцы марли были испытаны стандартными методами по наиболее значимым показателям номенклатуры требований к марле с антисептическими свойствами (табл. 1 – сравнительный анализ физико-механических свойств модифицированных образцов марли).

Из результатов, приведенных в табл. 1, следует, что процесс модифицирования оказал положительное влияние на основные механические характеристики марли. Так, показатели жесткости модифицированных образцов марли улучшились. Контрольный образец марли после мокрых обработок показал небольшую усадку – 5%, а у модифицированных образцов усадка – 2%. Это может быть вызвано тем, что обработка наночитратом серебра приводит к некоторому структурированию волокон ткани, а также снижению их степени набухания.

Т а б л и ц а 1

Свойства марли	Образец	
	контроль	обработанный 0,02%-ным раствором наночитрата серебра
Жесткость E1, кНсм ² :		
по основе	770	747
по утку	340	298
Усадка У, %:		
по основе	5,0	2,0
по утку	5,5	2,0
Разрывная нагрузка Р, Н:		
по основе	82	76
по утку	38	34
Удлинение при разрыве, %:		
по основе	12	16
по утку	18	22

Усадка тканей представляет собой сложный процесс, зависящий от комплекса взаимосвязанных явлений: обратных релаксационных процессов и набухания волокон. Обратные релаксационные процессы происходят в результате деформации волокон, пряжи и марли в процессе создания ткани.

В процессе отделки марля находится в большом натяжении, а при заключительной отделке сушка при высокой температуре закрепляет эту деформацию. Чем большую деформацию испытывает марля в процессе производства, тем большая проявляется усадка во время мокрой обработки. В хлопке молекулы целлюлозы связаны между собой довольно сильным межмолекулярным взаимодействием. В напряженном волокне эти связи несколько ослаблены, поэтому после снятия напряжения происходит самопроизвольный процесс дезориентации структуры. При мокрых обработках молекулы воды, проникая между нитями ткани, волокнами пряжи и молекулярными цепями, ослабляют силы их взаимодействия. Продолжительность релаксационного процесса зависит от температуры воды.

При набухании волокон происходит увеличение диаметра пряжи, что вызывает растяжение периферийных таких же разбухших волокон, огибающих пряжу. Это источник дополнительного напряжения в волокнах. При мокрой обработке механические воздействия преодолевают силы внутреннего трения волокон и пряжи друг о друга. Это облегчает перемещение волокон и нитей в пряже. Волокна, сползая по диаметру пряжи, утолщают ее, а по длине – укорачивают ее. Таким образом, происходит уменьшение ткани в размерах после мокрой обработки. Марля в процессе мокрой обработки показала малую усадку – 5%. В процессе модификации 0,02%-ным раствором наночитратом серебра усадку – 2%.

Показатели прочности на разрыв определяли на разрывной машине РТ-250М согласно методике 2.4.3. [4]. Полученные результаты представлены в табл. 1. Разрывная нагрузка модифицированной марли практически не отличалась от контрольных образцов.

Гигиеническим свойствам марли медицинской было уделено особое внимание, так эти свойства имеют большое значение в процессе получения перевязочных материалов (табл. 2).

Свойства марли медицинской	Образец	
	контроль	пропитанный раствором наночитрата серебра
Гигроскопичность Жг, %:		
до пропитки	14,05	14,29
после пропитки раствором наночитрата серебра	14,25	14,79
Капиллярность К, мм:		
до пропитки по основе	92	103
по утку	80	103
после пропитки раствором наночитрата серебра		
по основе	142	146
по утку	129	146
Водопоглощение, Вп %:		
до пропитки	50	52
после пропитки раствором наночитрата серебра	65	63

Анализ гигиенических свойств, модифицированных образцов марли медицинской, выбранных согласно номенклатуре, показал улучшение таких свойств, как водопоглощение, капиллярность (по основе от 92 до 103 мм, по утку от 80 до 103 мм), гигроскопичность, что отражает общее повышение качества марли медицинской.

Основные физические характеристики после модифицирования улучшились по всем показателям. Коэффициент воздухопроницаемости в воздушно-сухом состоянии у модифицированных проб увеличивается особенно после пропитки раствором наночитрата серебра.

Это объясняется тем, что разрыхленная в результате механической обработки система нитей становится менее плотной, расстояния между нитями и волокнами увеличиваются, увеличивая при этом сквозные поры.

Процесс модифицирования значительно повысил показатели капиллярности тканей по основе от 92 до 103 мм, по утку от 80 до 103 мм.

Капиллярность зависит от плотности расположения составляющих ткань волокон и пряжи, от степени смачивания жидкостью поверхности материала. Поэтому при механических воздействиях и в процессе пропитки происходит улучшение смачиваемости материала. И, как следствие, увеличение капиллярности [5].

Для образцов, модифицированных наночитратом серебра, определены по стан-

дартным методикам коэффициент воздухопроницаемости V_p и общая пористость $D_{об}$ увлажненной марли. Результаты исследования зависимости общей пористости и воздухопроницаемости от фактической влажности тканей свидетельствуют о том, что коэффициент воздухопроницаемости при увлажнении тканей уменьшается. Это связано со снижением пористости $D_{об}$ тканей [5]. Известно [6], что доминирующую роль на воздухопроницаемость материалов волокнисто-сетчатых структур оказывает их поверхностная пористость, то есть наличие в материале сквозных пор.

Восстановление серебра подтверждали данными элементного анализа.

Обработанные ткани могут иметь полифункциональный состав, поэтому определение концентрации внедренных наночастиц требует специально подготовленной методики [7].

Прежде всего, путем сравнения данных элементного анализа исходного текстильного материала и продукта его модификации наносеребром находили прирост металла на поверхности текстильного материала. Сопоставление данных элементного анализа дает подтверждение предложенному механизму реакции отделки материала.

После технологической обработки покрытие, состоящее из наночастиц серебра, практически не изменяет пористость и воздухопроницаемость текстильного материала.

Показано, что текстильные материалы, обработанные наночастицами серебра, обладают высокой биоцидной активностью в борьбе с грамположительной и грамотрицательной микрофлорой.

Таким образом, результаты, полученные при исследовании физико-механических и гигиенических свойств модифицированных образцов марли, свидетельствуют о соответствии их стандарту.

Проведенные исследования показывают, что полученные материалы, содержащие наночастицы серебра, иммобилизованные на поверхности текстильных волокон, обладают высокими биоцидными свойствами.

ВЫВОДЫ

1. Оценить качество модифицированных перевязочных материалов позволяют стандартные методики определения физико-механических характеристик и гигиенических свойств. Описаны характеристики методов и аппаратуры для модифицирования текстильных материалов наночастицами металлов.

2. Анализ физико-механических характеристик показал, что обработка наночастицами серебра приводит к некоторому структурированию волокон ткани, а также снижению их степени набухания и уменьшению усадки.

3. Показано, что предлагаемая антимикробная отделка не снижает физико-механические свойства аппретированных тканей и является нетоксичной.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Barbara Simoncic and BrigitaTomsic. Structures of novel Antimicrobia; Agents for Textiles // Textile Research Journal. – 2010. Vol. 80 (16). P. 1721...1737.*

2. ГОСТ 9412–93. Марля медицинская. Общие технические условия.

3. ГОСТ 3816–81. (ИСО 811–81). Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств

4. ГОСТ 3813–72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.

5. ГОСТ 30157.0–95. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения.

6. Состав для придания антимикробных свойств немодифицированным текстильным волокнам // Химические волокна. – 1999, № 1. С. 3033.

7. *Баранова О.Н., Заметта Б.В. Модификация текстильных материалов наночастицами серебра // Сырье и упаковка. – Издательский дом "Красота для профессионалов". 2009, №1(90). С. 28...30.*

REFERENCES

1. *Barbara Simoncic and BrigitaTomsic. Structures of novel Antimicrobia; Agents for Textiles // Textile Research Journal. – 2010. Vol. 80 (16). P. 1721...1737.*

2. GOST 9412–93. Marlya meditsinskaya. Obshchie tekhnicheskie usloviya.

3. GOST 3816–81. (ISO 811–81). Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya gigroskopicheskikh i vo-doottalkivayushchikh svoystv

4. GOST 3813–72. Materialy tekstil'nye. Tkani i shtuchnye izdeliya. Metody opredeleniya razryvnykh kharakteristik pri rastyazhenii.

5. GOST 30157.0–95. Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya izmeneniya razmerov posle mokrykh ob-rabotok ili khimicheskoy chistki. Obshchie polozheniya.

6. Sostav dlya pridaniya antimikrobnnykh svoystv nemodifitsirovannym tekstil'nym voloknam // Khimi-cheskie volokna. – 1999, № 1. S. 3033.

7. *Baranova O.N., Zametta B.V. Modifikatsiya tekstil'nykh materialov nanochastitsami serebra // Syr'e i upakovka. – Izdatel'skiy dom "Krasota dlya professionalov". 2009, №1(90). S. 28...30.*

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 18.08.19.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ
ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ВОЛОКОН И НИТЕЙ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ,
ЭКРАНИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ**

**RESEARCH OF PROPERTIES
OF ELECTRIC CONDUCTING FIBERS AND THREADS
FOR PRODUCTION OF MATERIALS
SCREENING ELECTROMAGNETIC RADIATION**

*С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, А.К. БАДАНОВА, А.Б. ДОШИБЕКОВА,
И.В. ЧЕРУНОВА, Р.Д. АКБАРОВ, Л.А. НЕМИРОВА*

*S.SH. TASHPULATOV, A.K. BADANOVA, A.B. DOSHIBEKOVA,
I.V. CHERUNOVA, R.D. AKBAROV, L.A. NEMIROVA*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
Донского государственного технического университета, Россия,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
Омский политехнический университет, Россия)

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Institute of Services and Entrepreneurship (branch)
of the Don State Technical University, Russia,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,
Omsk Polytechnic University, Russia)

E-mail: aizhan.aisha111@mail.ru;

Статья посвящена разработке и исследованию свойств металлизированных электропроводящих нитей, используемых для изготовления материалов, экранирующих электрические поля высокой напряженности, применяемых в специальной одежде для работников топливно-энергетической отрасли.

Электропроводящее волокно нитрон (ЭПВН) получается путем металлизации синтетического волокна нитрон, подвергающегося на специально разработанной установке двухступенчатой химико-гальванической металлизации. В результате этого на волокно осаждается около 17% металлического никеля, и оно приобретает достаточно высокую электропроводность. Установлено, что обработанное волокно полностью сохраняет свои физико-механические свойства (прочность и удлинение), благодаря чему может легко перерабатываться на серийном текстильном оборудовании в смеси с другими волокнами.

The article is devoted to the development and research of the properties of metallized conductive threads used for the manufacture of materials shielding high-voltage electric fields, used in special clothes for workers in the fuel and energy industry.

The ECN fiber is obtained by the metallization of synthetic fiber nitron, which is subjected to a two-stage chemical-galvanic metallization on a specially designed installation. As a result, about 17% of nickel metal is deposited on the fiber, and it acquires a sufficiently high electrical conductivity. It has been established that the processed fiber fully retains its physical-mechanical properties (strength and elongation), due to which it can be easily processed on serial textile equipment mixed with other fibers.

Ключевые слова: металлизированная нить, электрофизические свойства, электропроводящее волокно, защита от электрических полей.

Keywords: metallized thread, electrophysical properties, electric conducting fiber, protection against electric fields.

На мировом рынке производят металлизированные волокна в основном фирмы "Mitsubishi Rayon Co Ltd" [1], "Teijin Ltd" [2], "Kuraray", "Bayer AG", "Rhone-Poulenc-textile" и др. Большинство разработок принадлежит фирме "Bayer AG" [3]. Эти металлизированные электропроводящие волокна чаще получают путем никелирования. Такие волокна в изделиях обеспечивают затухание электромагнитной энергии в 40 дБ, то есть через них проходит только десять тысячных энергии, их используют в защитной одежде для работающих в условиях микроволнового излучения, для покрытия стен экранируемых помещений, для облицовки оборудования, например мощных электронно-вычислительных машин (ЭВМ).

Изучению механизма электропроводности наполненных токопроводящим ингредиентом полимеров посвящен ряд работ. По этому вопросу существуют различные мнения. Одни исследователи считают, что прохождение электрического тока осуществляется через непосредственный контакт между частицами токопроводящего наполнителя, которые образуют цепочечные агрегаты [4].

В настоящее время промышленно развитые страны, имеющие мощную радиоэлектронную, оборонную промышленность и производство изделий для безопасности жизнеобеспечения, практически не могут обходиться без волокнистых электропроводящих материалов, поэтому объем их производства и ассортимент неуклонно возрастают. Это способствует расширению областей их применения.

Существенный интерес представляет проблема создания на основе ЭПВН специальных материалов для одежды, обеспечивающей безопасность жизнедеятельности, например, защищающей персонал от воздействия электромагнитных полей.

Определение большинства характеристик электропроводящего волокна, пряжи, материалов и изделий проводилось в соответствии с существующими стандартами и

нормативами [5]. Наряду с ними используются некоторые нетрадиционные методы, имеющие свою специфику.

Методика определения поверхностного электрического сопротивления материалов и погонного сопротивления нитей в сверхвысокочастотном диапазоне. Установка состоит из специального измерительного стола, на котором имеется "окно" для прохождения радиоволны. На столе установлены передающая и принимающая рупорные антенны. Передающая рупорная антенна соединена с высокочастотным генератором сигналов Г4-83(7,5...10,5 ГГц), а принимающая антенна соединена с селективным микровольтметром В6-9 для измерения величины сигнала.

Потенциометрический метод измерения электрического сопротивления материалов. Учет влияния контактного сопротивления на результаты измерений может быть осуществлен применением потенциометрической измерительной схемы. Согласно этому способу постоянный ток подводится к исследуемому образцу двумя токовыми электродами, между которыми на определенном расстоянии помещают два потенциальных или токосъемных электрода. По падению напряжения и величине тока рассчитывают электрическое сопротивление образца материала между потенциальными электродами.

В качестве объекта исследования использовали металлизированное электропроводящее волокно нитрон (ЭПВН), технология производства которого была разработана международной группой ученых России, Узбекистана и Казахстана.

Волокно ЭПВН получают путем металлизации промышленно выпускаемого штапельного синтетического волокна нитрон. Свежесформованное, отмытое от химических реагентов волокно нитрон подвергается на специально разработанной установке двухступенчатой химико-гальванической металлизации. В результате этого на волокно

осаждается около 17% металлического никеля, и оно приобретает достаточно высокую электропроводность (объемное удельное электрическое сопротивление $2 \cdot 10^{-5}$ Ом·м), приближающуюся к электропроводности металлов.

Следует отметить, что сравнение свойств исходного и металлизированного волокна нит-

рон позволило установить, что волокно полностью сохраняет свои физико-механические свойства (прочность и удлинение), благодаря чему может легко перерабатываться на серийном текстильном оборудовании в смеси с другими волокнами (табл. 1 – физико-механические характеристики различных образцов волокна нитрон).

Т а б л и ц а 1

Наименование образца	Линейная плотность, текс	Разрывная нагрузка, сН	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Разрывное удлинение, %	Удельная разрывная нагрузка в петле, сН/текс	Устойчивость к двойным изгибам, циклы
Исходное волокно нитрон	0,333	9,1	27,3	33,4	7,8	17594
Металлизированное волокно нитрон, содержание никеля – 16,8 %	0,530	9,2	17,3	30,3	7,1	14125

Известно, что электрофизические свойства металлизированных химических волокон во многом определяются характером распределения токопроводящего компонента на волокне. На рис. 1...4 представлены электронно-микроскопические снимки поверхности волокна нитрон, содержащего различное количество металла.

Из рис. 1 (электронно-микроскопический снимок поверхности исходного волокна нитрон) видна четкая фибриллярная структура поверхности исходного волокна. При металлизации наблюдается значительное изменение рельефа поверхности. При относительно малом содержании металла (рис. 2 – электронно-микроскопический снимок поверхности исходного волокна нитрон, содержащего 2,2% металла) на волокне можно видеть множество отдельных образований, причем контуры поверхности не столь четко выражены, как в случае исходного волокна. С увеличением количества осажденного металла отдельные агрегаты объединяются между собой и образуют более или менее сплошное покрытие (рис. 3 – электронно-микроскопический снимок поверхности исходного волокна нитрон, содержащего 4,2% металла). Еще большее увеличение количества металла, осажденного дополнительным гальваническим способом,

приводит к "залечиванию" дефектов металлического покрытия, и рельеф поверхности волокна значительно выравнивается (рис. 4 – электронно-микроскопический снимок поверхности исходного волокна нитрон, содержащего 7,6% металла).

При металлизации волокон в большинстве случаев металл осаждается на поверхности полимера в виде отдельных островков (островковая структура). Этим объясняется достаточная стабильность электропроводных свойств металлизированных волокон при различных деформациях. Передача электрического тока между отдельными островками осуществляется через потенциальные барьеры вследствие термоэлектронной эмиссии или туннельного эффекта.

При металлизации анизотропная фибриллярная структура волокна оказывает ориентирующее влияние на рост металлических образований. При контакте таких элементарных волокон друг с другом электрический ток протекает по металлическим структурам, расположенным на поверхности вдоль волокна, что обуславливает высокую электропроводность образцов. Обычно металлизации подвергают филаментные нити, содержащие небольшое число элементарных волокон и реже штапельные волок-

на. Это связано с трудностью достижения желаемой равномерности металлизации всех волокон, составляющих нить или жгут. Однако при металлизации филаментных нитей нельзя достичь достаточно высокой производительности. В случае волокна ЭПВН ме-

таллизации подвергается жгут волокна, состоящий из 54 тысяч элементарных волокон. Благодаря разработанной технологии все элементарные волокна равномерно подвергаются металлизации и приобретают электропроводящие свойства.



Рис. 1



Рис. 2

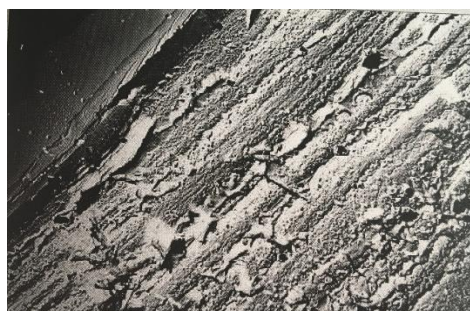


Рис. 3



Рис. 4

В переменном поле, которое возникает вокруг установок и оборудования сверхвысокого напряжения, а также различных бытовых приборов и персональных компьютеров, полярность постоянно изменяется, и заряды перемещаются через тело человека, и появляется ток, который может достигать сотен микроампер. Эти явления крайне нежелательны, так как они впоследствии вызывают различные болезни. Эксплуатация и техническое обслуживание таких объектов должны производиться персоналом в специальной защитной одежде, которая резко ограничивает возможность протекания электрического тока через тело человека. Например, при напряжении 100 кВ ток, протекающий по телу человека, находящегося в электрическом поле в обычной спецодежде, равен 140 мкА, а в электропроводящей одежде – 20 мкА. Соответственно, в пос-

леднем случае ток, протекающий по самой одежде, возрастает с 5 до 120 мкА.

ВЫВОДЫ

1. Проведены исследования свойств металлизированных электропроводящих нитей. Установлено, что в результате металлизации на волокно осаждается около 17% никеля.

2. Выявлено, что обработанное волокно приобретает достаточно высокую электропроводность, приближающуюся к электропроводности металлов.

3. Установлено, что обработанное волокно полностью сохраняет свои физико-механические свойства (прочность и удлинение), благодаря чему может легко перерабатываться на серийном текстильном оборудовании в смеси с другими волокнами.

1. Gupta V.B., Kothari K.K. Manufactured Fibre Technology. Mitsubishi rayon to establish plant in eu-rope for producing carbon fiber intermediate materials. Режим доступа: URL:[https://books.google.kz/books?id=y7nwCAAAQBAJ&pg=PA441&lpg=PA441&dq=com+pany+producing+metallic+fbers+\"Mitsubishi+Rayon+Co+Ltd\"&source=bl&ots=1K4jIjtjwV&sig=ACfU3U0baIIcHbgOQxRYE7d4ITngjiNuA&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwjYs9CZ7aPgAhVBKywKHdKyDs44ChDoAT-AHegQIBBAB#v=onepage&q=company%20produc-ing%20metallic%20fibers%20\"Mitsubishi%20Rayon%20Co%20Ltd\"&f=false](https://books.google.kz/books?id=y7nwCAAAQBAJ&pg=PA441&lpg=PA441&dq=com+pany+producing+metallic+fbers+\)(дата обращения: 05.02.2019)

2. Teijin Develops Radiation Shielding Aramid Fab-ric // Официальный сайт Search News Release. Режим доступа: URL: https://www.teijin.com/news/2013/ebd130424_59.html (дата обращения: 05.02.2019)

3. Bayer material science // Официальный сайт Global Research & Innovation. Режим доступа: URL: <https://www.bayer.in/bayer-materialscience.php> (дата обращения: 05.02.2019)

4. Абдуллин М.И., Басыров А.А., Гадеев А.С., Кол-таев Н.В., Кокшарова Ю.А., Николаев С.Н. Сравне-ние электропроводности токопроводящих полимер-ных композиций, наполненных техническим угле-родом и углеродными волокнами // Журнал научных публикации. – 2014, № 10. С. 7...12

5. ГОСТ 12.0.230.1–2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие положения., введ. 2017-03-01. – М.: Стан-дартинформ, 2016.

1. Gupta V.B., Kothari K.K. Manufactured Fibre Technology. Mitsubishi rayon to establish plant in eu-rope for producing carbon fiber intermediate materials. Rezhim dostupa: URL:[https://books.google.kz/books?id=y7nwCAAAQBAJ&pg=PA441&lpg=PA441&dq=com+pany+producing+metallic+fbers+\"Mitsubishi+Rayon+Co+Ltd\"&source=bl&ots=1K4jIjtjwV&sig=ACfU3U0baIIcHbgOQxRYE7d4ITngjiNuA&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwjYs9CZ7aPgAhVBKywKHdKyDs44ChDoAT-AHegQIBBAB#v=onepage&q=company%20produc-ing%20metallic%20fibers%20\"Mitsubishi%20Rayon%20Co%20Ltd\"&f=false](https://books.google.kz/books?id=y7nwCAAAQBAJ&pg=PA441&lpg=PA441&dq=com+pany+producing+metallic+fbers+\)(дата обращения: 05.02.2019)

2. Teijin Develops Radiation Shielding Aramid Fab-ric // Ofitsial'nyy sayt Search News Release. Rezhim dostupa: URL: https://www.teijin.com/news/2013/ebd130424_59.html (data obrashcheniya: 05.02.2019)

3. Bayer material science // Ofitsial'nyy sayt Global Research & Innovation. Rezhim dostupa: URL: <https://www.bayer.in/bayer-materialscience.php> (data obrashcheniya: 05.02.2019)

4. Abdullin M.I., Basyrov A.A., Gadeev A.S., Kol-taev N.V., Koksharova Yu.A., Nikolaev S.N. Sravnenie elektroprovodnosti tokoprovodyashchikh polimernykh kompozitsiy, napolnennykh tekhnicheskim ughlerodom i ughlerodnymi voloknami // Zhurnal nauchnykh publikatsii. – 2014, № 10. S. 7...12

5. GOST 12.0.230.1–2015. Mezhsudarstvennyy standart. Sistema standartov bezopasnosti truda. Ob-shchie polozheniya., vved. 2017-03-01. – М.: Standartinform, 2016.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

УДК 687.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЙЛОКА В ИЗГОТОВЛЕНИИ ГОЛОВНЫХ УБОРОВ

THE USE OF FELT IN THE MANUFACTURE OF HATS

Д.С. БЕКТИЯРОВА

J.S. BEKTIYAROVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Republik of Kazakhstan)

E-mail: jamil-com@mail.ru

В статье рассматривается древний материал, войлок, в производстве головных уборов дизайнерами и ремесленниками разных стран. Затрагивается историческое значение ношения головных уборов у казахов. Анализируются формы, технические приемы, способы декорирования современных головных уборов.

The article deals with the ancient material, felt, in the production of hats by designers and craftsmen from different countries. The historical significance of wearing hats among the Kazakhs is touched upon. The forms, techniques, ways of decorating modern hats are analyzed. The purpose of the study: to study the techniques of working with felt and methods of decorating hats.

Ключевые слова: войлок, шляпа, войлочные шляпы, головные уборы, войлочные головные уборы, шляпы из войлока, шапки, национальные головные уборы.

Keywords: felt, felt hats, hat, folk hats, national hats.

Одним из основных материалов, используемых для шитья головных уборов у казахов XVIII – XIX вв., был войлок. В изготовлении шапок калпак, аккалпак войлок использовался в качестве основного материала, в мурак служил основой, которая обшивалась бархатом. Техники, применяемые в изготовлении войлочных шапок – шитье, катание, вышивка. Шапки из войлока делали без швов, формируя форму из полуготового войлока и со швами, которые соединяли четыре клина, могли иметь декоративную строчку, отделку тесьмой, вставку из бархата на полях шляпы. Благодаря пластичности, мягкости, податливости войлок использовался в производстве головных уборов многие столетия, а сегодня широко применяется дизайнерами, отдельными мастерами и фирмами, которые показывают нетканый материал во всем его многообразии форм и оттенков.

Войлок – благородный, древний, нетканый материал, который широко используется современными дизайнерами. Пластичность, экономичность, экологичность материала привлекают мастеров для изготовления одежды, обуви, головных уборов, сувениров, аксессуаров и т.д. Разновидность войлока, где используется пух кролика и козы, называется "фетр". В данной статье рассматривается использование войлока и его разновидностей в изготовлении головных уборов.

Головные уборы – убранство, элемент покрытия головы, которое используют с древних времен. Использование диктовалось необходимостью защиты и имело функциональное значение, то есть попадание волос на лицо, шею, уши, плечи приносило не-

удобство, ограничение видимости и, как следствие, мешала работе (рыбалке, охоте и т.п.). Головной убор защищал от сезонных атмосферных воздействий, служил элементом ритуального и военного значения. Кроме того использование головных уборов носило характер украшения, на него навешивали бусы, металлические бляшки, цепочки и т.д. Головной убор также служил (и служит до сих пор) обозначением власти – корона, тиара. По головному убору можно было определить статус владельца: чем богаче украшения и роскошнее материал, тем выше статус. У казахов было важно носить головные уборы мужчинам и женщинам. Для производства использовались войлок, кожа, бархат, плюш, мех, парча, шелк, хлопок. Маленькие круглые шапочки, формой напоминающие юрту – тюбетейки – такие, носили мужчины и женщины. Поверх тюбетейки в холодное время или на свежем воздухе мужчины надевали более теплые головные уборы – войлочную шляпу – калпак, шапку с меховой опушкой – борик, меховой треух – тымак. Кочевники верили, что в волосах обитает часть души, поэтому голову накрывали головным убором, а в косы девушки, молодые женщины вплетали звенящие накосяки – шолпы, шашбау, чтобы отпугивать нечистую силу [1, с. 21].

Головной убор, показывающий высокий статус у казахов, назывался – айыр калпак или мурак, его носила феодальная знать, ханы, султаны. Это высокая шапка из бархата, парчи, на войлочной основе, украшенная богатой вышивкой, а также вышивкой из золотой или серебряной канители. Форма верха – тулья – напоминает усеченный конус, поля шляпы – юбку-клеш. В отличие от

европейских королей, у которых корона была символом власти, ханы, феодальная знать носили мурак, надеваемый поверх шапки с меховой опушкой [2, с. 20]. Данный головной убор имел право носить казах знатного происхождения и надевал его по особым случаям, на торжественные мероприятия. Сохранившиеся поговорки подчеркивают особенность мурака: "Хандар киер муракты, караша киер куракты" ("Ханы одевают мурак, простолюдин одевает курак" "Калмак абзалы – мурак, корпе абзалы – курак" ("Лучшая из шапок – мурак, лучшее из одеял – курак") [3]. Также ханским головным убором служила чалма белого или красного цвета [4].

Огромный ассортимент современных войлочных головных уборов, предложенный рынком, был условно разделен на 3 группы: 1) головные уборы из коллекций, участвовавших в международных показах – "подиумные"; 2) фабричные (многотиражные и средний тираж); 3) изделия от ремесленников (малый тираж или единичное изделие).

1 группа – авторские головные уборы из коллекций, участвовавших в международных показах – "подиумные": работы, выполненные в этностиле от дизайнеров Сауле Бапановой и Кулян Жангутты открывают "подиумные" головные уборы. Головные уборы Сауле Бапановой, выполненные из светлого войлока, формой напоминают мурак и высокие сакские головные уборы [5]. Сюда также можно отнести высокие головные уборы Кулян Жангутты из показа коллекции 2016 г. "Великая степь" на молодежном форуме "Байкал 2020" [6], на фестивале "Губернский стиль 2017", Россия [7], в которых имеет место влияние разработчиков древнего костюма скифов, саков и казахов. Другие войлочные изделия из этой коллекции с высокой конусообразной тульей, козырьком и височными элементами напоминают синтез скифского головного убора с тунухом или малахаем [8]. Головные уборы в виде кокошника представлены российским брендом Yalidia, где в качестве декора используется фрагмент русского Павловопосадского платка, с изображением цветов [9]. Франк Сорбье – дизайнер из Франции свою

коллекцию Haute Couture 2011-2012 гг. построил на использовании войлока в одежде и аксессуарах. Дополнительные материалы и ткани были использованы для раскрытия потенциала войлока. В свадебном головном уборе, состоящем из войлока, скрученного в шнуры, и тонкой фаты, создается союз контрастов, который делает образ сложным, богатым [10]. Войлочные шляпы Кристин Беркл из Германии выделяются яркой палитрой, классическим силуэтом в основе (федора, цилиндр, хомбург). В берете используется перфорация по средней части изделия [11].

2 группа – фабричные (многотиражные и средний тираж): большой выбор шляп данной группы предлагают производители из США Hatsunlimited [12], Jjhatcenter [13], Americanhat [14] – водонепроницаемые ковбойские шляпы, Gigi Pip [15] и Евгения Ким [16] – шляпы для женщин. Это повседневные головные уборы, шляпы, имеющие определенные названия – федора, трилби, хомбург, котелок, клош, таблетка, берет и т.д., которыми пользуется основная масса людей. Шляпы украшены ремешками, перьями, кнопками, лентами и т.д. Коктейльные, вечерние шляпки, вуалетки, которые используют для торжественных мероприятий, вечеров, несут функцию украсить волосы, прическу. Модели данной категории от английских дизайнеров Рэйчел Блэк [17] и Мэгги Моубрей [18] изготавливают методом катания и дорабатывают декором из войлока, бусин, страз, перьев, игл дикобраза и т.д. Головные уборы с элементами национального, традиционного костюма – войлочные бейсболки, кепки, тубетейки, шапки от интернет-магазина национальных сувениров "Асеке", Казахстан [19], имеющие традиционную форму с декоративным оформлением из тесьмы, шнура, орнамента, вышитого гладью, кесте (тамбурный шов), достаточно широко используются сегодня.

Продолжают данную группу интересные модели игровых войлочных головных уборов, которые предлагает бренд "Вишневый папа", Казахстан [20]. Шлемы скандинавский, римский, германский, сакский, а также европейская корона, которые изго-

товлены из плоского полотна методом сгибания, прорезания, вырезания, сшивания деталей. Флористическая серия головных уборов, представленная канадским брендом Lalabugdesigns, – это берет в виде шляпки дубового желудя, шляпа-цилиндр в виде пня, головные уборы, напоминающие колокольчики, шишки, лесной орех и т.п. [21]. Также "сказочные" головные уборы, которые напоминают шляпы фей, эльфов, ведьм и других лесных жителей, выполнены в технике катания со сложными цветовыми переходами и наличием проработанных деталей [21]. Английская студия Innerspiral производит красочные шляпы фей, конусообразные шляпы с растениями и мухоморами, где поля небрежно, несимметрично загнуты вверх, а также шляпы-капюшоны с острым верхом, на которых внешняя фактура – гладкая, внутренняя – рельефная, кудрявая. Тот же технический прием можно наблюдать в цилиндрах, на которых гладкий войлок перемежается с волнистыми волокнами на внешней стороне изделия [22]. Дизайн-студия из Германии Angelika Klose Hats производит оригинальные шапки-шлемы из белого войлока, в изделиях которых соединительный шов играет роль декоративного элемента. На гладком полотне шов выступает как рельефный элемент, а пришитые дополнительные детали шлема завершают образ [23]. Киргизский бренд "Тумар" представляет головные уборы, сваленные в форму без швов и с соединительным швом, напоминающие шлем. Имеют оформление в виде декоративной строчки, орнамента, перфорации для мини-наушников, привлекают своей лаконичной формой и сдержанным декором [24].

3 группа – изделия от ремесленников (малый тираж или единичное изделие): головные уборы в единственном экземпляре или малотиражные представлены следующими авторами: Карен Рао [25], Барбара Кил [26], Великобритания; Сабри Тунджа, Турция [27]; Джудит Покс [28], Сесилия Михали, Венгрия [29]; Элина Саари, Финляндия [30]; Дон Эдвордс, США [31]; Алла Халайджи, Россия [32]; Shellen Design, Эстония [33]. К теме кокошника обращается дизайнер Каролина Авриломми из Финлян-

дии. Белый с лаконичным декором кокошник привлекает своей сдержанностью в цветовой гамме и оформлении [34]. В войлочных изделиях мастера, напоминающих тюрбетейку или шлем, выполненных катанием шерсти и декорированных у основания головного убора тканой полосой с ворсом, создается контраст фактур – гладкой, плотной поверхности войлока с рыхлой, шершавой [34].

Мастера данной группы пользуются вышеупомянутыми техниками: катанием, кручением в жгуты и т.д. Особое внимание уделено художественному замыслу головного убора, поэтому изделие данной категории может выглядеть театрально, вычурно, иметь авангардную форму. Некоторые изделия подражают образам дикой природы или напоминают головы домашнего скота, идея может быть навеяна мотивами из балета или фильма про фантастических существ и т.д.

мокрое валяние	✓	✓	✓
сухое валяние			
смешанное валяние	✓	✓	✓
нунофелтинг (мокрое валяние по шелку)	✓		
	Группа 1	Группа 2	Группа 3

Рис. 1

В работе с войлоком выявлены 4 техники: мокрое валяние, сухое валяние, смешанное валяние и нунофелтинг (рис. 1 – техники, используемые для производства головных уборов). Анализируя изделия производителей, можно сделать вывод, что техника мокрого валяния самая популярная в формировании головного убора. К ней обращаются все 3 группы производителей из таких стран, как Казахстан, Кыргызстан, Россия, Франция, Германия, США, Великобритания, Венгрия, Финляндия, Канада, Эстония, Турция. Техника сухого валяния не используется в изготовлении головных уборов, но применяется в создании декора, фактурных, объемных элементов и выступает в качестве техники смешанного валяния, где применяется мокрое валяние в сочетании с сухим. Один из современных способов работы с войлоком нунофелтинг –

техника мокрого валяния шерсти по шелку. Анализ, выбранных производителей показал, что к нунофелтингу обращаются производители группы 1, которые демонстрируют свои изделия на подиумах мира.

клепки, броши, стразы, перья, шнуры и т.д.	✓	✓	✓
перфорация	✓	✓	
строчка / вышивка	✓	✓	✓
аппликация	✓	✓	✓
	Группа 1	Группа 2	Группа 3

Рис. 2

При анализе декора головных уборов выявлено несколько приемов: аппликация, строчка / вышивка, декоративная резка / перфорация и установка декоративных элементов (страз, перьев, брошей, клепок, шнуров, ремешков и т.д.). Все из перечисленных приемов используют производители двух групп (рис. 2 – способы и средства декорирования головных уборов). Прием декоративного оформления головных уборов вышивкой и декоративной строчкой применяется во всех трех группах и встречается в изделиях достаточно часто. Возможно, это обусловлено тем, что данная техника известна с древности, а также наличие вышивальных машин значительно ускоряет процесс оформления изделия. Также популярна установка декоративных элементов и аппликация. Приклеивание, пришивание, пристрачивание страз, брошей, перьев способно изменить образ одного и того же изделия. Аппликация, применяемая многие столетия в работе с войлоком, остается популярной и в производстве головных уборов. Перфорация, как декоративное оформление, применяется реже остальных. Возможно, это объясняется тем, что перфорировать войлок вручную достаточно сложно, а необходимым оборудованием для резки обладает не каждый производитель. У данной техники большой потенциал, так как существуют декоративные панели, ковры из войлока, которые украшены художественной резкой. Благодаря

перфорации дизайнеры могут добиться дополнительного эффекта, где полотно прорезано насквозь, тем самым обогащая силуэт изделия. А техника выборочной резки и сгиба вырезанной части войлока дает возможность создать объемные элементы из плоского полотна. Метод перфорации позволяет осуществлять оформление одного изделия путем вырезания элементов войлока из полотна и декорирование другого изделия, применяя ранее вырезанные элементы, методом вкатывания в полуготовое полотно. Тем самым можно поднять уровень безотходного производства. Также уместно отметить изготовление войлочных декоративных элементов (цветы, шнуры, веточки и т.д.) из остаточного материала. Традиционные техники работы с войлоком и достаточно новые – нунофелтинг, перфорация, способны дальше раскрывать потенциал нетканого материала, а применение автоматических средств для создания декора и формовки изделия способно поднять производство головных уборов, не лишая их при этом декоративности.

ВЫВОДЫ

В результате исследования материала по войлочным головным уборам были рассмотрены 4 техники работы с войлоком для создания головных уборов, а также 4 способа декорирования. Было выявлено, что для производства шляп не используется сухое валяние, а самым распространенным методом является мокрое валяние. Традиционные методы декорирования – аппликация, шов / строчка / вышивка остаются популярными у современных производителей, а новый метод – перфорация войлока – используется пока недостаточно широко.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бектиярова Д.С. Использование казахского орнамента в дизайне // Мат. Междунар. науч.-практ. конф.: Инновационные технологии товаров народного потребления, качество и безопасность. (Алматы, 17-18 июня, 2010) – Алматы, 2010.
2. Джанибеков У. Казахский костюм. – Алматы, Онер, 2005.

3. Мурак – ханский головной убор // Статья – 2016. [Электронный ресурс], URL: <https://e-history.kz/ru/publications/view/2270> (дата обращения: 20.09.2019).
4. Казахская одежда / Ерофеева И. // Статья – 2014. [Электронный ресурс], URL: <https://www.altynorda.kz/kazakhskaya-odezhda-istorik-irina-erofeeva/> (дата обращения: 18.09.2019).
5. Варан. [Электронный ресурс], URL: <http://www.baran.kz/en/saule-en/clothes> (дата обращения: 16.09.2019).
6. Национальный акцент. [Электронный ресурс], URL: <http://m.nazaccent.ru/content/21692-kazahskaaya-etnomoda-na-forume-bajkal-2020.html> (дата обращения: 20.09.2019).
7. Союз ремесленников Казахстана. [Электронный ресурс], URL: <https://www.facebook.com/Unionofartisanskz/posts/1551870554884629/> (дата обращения: 10.09.2019).
8. Одноклассники. [Электронный ресурс], URL: <https://ok.ru/nazaccent/topic/65862707317520> (дата обращения: 17.09.2019).
9. VK. [Электронный ресурс], URL: https://vk.com/yalidia?z=photo2583290_456239567%2Fphotos2583290 (дата обращения: 16.09.2019).
10. Gallery. [Электронный ресурс], URL: <http://gallery.ru/watch?ph=AbZ-dD50k#feature=topscroll> (дата обращения: 20.09.2019).
11. Gallery. [Электронный ресурс], URL: <http://gallery.ru/watch?ph=AbZ-ep8xC#feature=topscroll> (дата обращения: 20.09.2019).
12. Hats unlimited. [Электронный ресурс], URL: <https://www.hatsunlimited.com/search-results-page?q=felt+hat> (дата обращения: 22.09.2019).
13. Jj hat center. [Электронный ресурс], URL: <https://www.jjhatcenter.com/collections/felt-hats> (дата обращения: 20.09.2019).
14. American hat. [Электронный ресурс], URL: <https://americanhat.net/felt-hat-line/> (дата обращения: 16.09.2019).
15. Gigi rip. [Электронный ресурс], URL: <https://www.gigirip.com/pages/about-us> (дата обращения: 16.09.2019).
16. Eugenia Kim. [Электронный ресурс], URL: https://eugeniakim.com/products/naomi-in-navy?_pos=9&_sid=b2f17b169&_ss=r (дата обращения: 17.09.2019).
17. Rachel Black millinery. [Электронный ресурс], URL: <http://www.rachelblackmillinery.com/search?q=felt> (дата обращения: 17.09.2019).
18. Maggie Mowbray millinery. [Электронный ресурс], URL: https://maggiemowbraymillinery.co.uk/products/felt-cocktail-hat-with-feather-detail-louis?_pos=8&_sid=b427033bd&_ss=r (дата обращения: 17.09.2019).
19. Satu. [Электронный ресурс], URL: <https://satu.kz/p22177770-tyubetejka-naturalnogo-vojloka.html> (дата обращения: 17.09.2019).
20. Вишневый папа. [Электронный ресурс], URL: <https://store.cherryapa.com/Шлем-Римский-p83720433> (дата обращения: 17.09.2019).
21. Lalabug designs. [Электронный ресурс], URL: <https://www.lalabugdesigns.com/new-index> (дата обращения: 16.09.2019).
22. Innerspirals. [Электронный ресурс], URL: <https://www.innerspirals.com> (дата обращения: 17.09.2019).
23. Angelika Klose Design. [Электронный ресурс], URL: <http://www.angeli-k-hutdesign.de/Hats/AW/w-05.html> (дата обращения: 18.09.2019).
24. Pinterest. [Электронный ресурс], URL: <https://www.pinterest.com/pin/456693218439095127/?nic=1> (дата обращения: 18.09.2019).
25. Etsy. [Электронный ресурс], URL: <https://www.etsy.com/uk/shop/KarenRao> (дата обращения: 19.09.2019).
26. The New York Times. [Электронный ресурс], URL: <https://www.nytimes.com/2012/11/16/fashion/fantastical-felt-hats-creature-comforts-for-the-head.html?smid=tw-nytimesstyle&seid=auto&r=1&> (дата обращения: 20.09.2019).
27. Etsy. [Электронный ресурс], URL: https://www.etsy.com/listing/290363093/unique-handmade-felt-hats?ref=shop_home_active_33 (дата обращения: 11.09.2019).
28. Magic-wool. [Электронный ресурс], URL: https://magic-wool.com/articles/videnie_voiloka_ot_judit_pocs_vengriya_.html (дата обращения: 11.09.2019).
29. Etsy. [Электронный ресурс], URL: https://www.etsy.com/listing/177387534/sale-rainbow-hat-pixie-felt-hat-handmade?utm_source=Pinterest&utm_medium=PageTools&utm_campaign=Share (дата обращения: 13.09.2019).
30. Gallery. [Электронный ресурс], URL: <http://gallery.ru/watch?ph=AbZ-cGXGr#feature=topscroll> (дата обращения: 17.09.2019).
31. Felt So Right. [Электронный ресурс], URL: <http://www.feltsoright.com/Gallery.php> (дата обращения: 17.09.2019).
32. Ярмарка мастеров. [Электронный ресурс], URL: <https://www.livemaster.ru/item/5238709-dlyadoma-i-interera-shapka-bannaya-muzhskaya-iz-vojloka-ruchn> (дата обращения: 20.09.2019).
33. Ярмарка мастеров. [Электронный ресурс], URL: <https://www.livemaster.ru/item/33077506-aksesuary-biryuzovaya-valyanaya-shapka-s-pomponom-iz-natural> (дата обращения: 18.09.2019).
34. Liinalommi FeltDesign. [Электронный ресурс], URL: <http://liinalommi.com/gallery/nggallery/works/felted-hats> (дата обращения: 18.09.2019).

R E F E R E N C E S

1. Bektiyarova D.S. Ispol'zovanie kazakhskogo ornamenta v dizayne // Mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Innovatsionnye tekhnologii tovarov narodnogo potrebleniya, kachestvo i bezopasnost'. (Almaty, 17-18 iyunya, 2010) – Almaty, 2010.

2. Dzhanibekov U. Kazakhskiy kostyum. – Almaty, Oner, 2005.
3. Murak – khanskiy golovnoy ubor // Stat'ya – 2016. [Elektronnyy resurs], URL: <https://e-histo-ry.kz/ru/publications/view/2270> (data obrashcheniya: 20.09.2019).
4. Kazakhskaya odezhda / Erofeeva I. // Stat'ya – 2014. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.altynorda.kz/kazaxskaya-odezhda-istorik-irina-erofeeva/> (data obrashcheniya: 18.09.2019).
5. Bapan. [Elektronnyy resurs], URL: <http://www.bapan.kz/en/sauleen/clothes> (data obrashcheniya: 16.09.2019).
6. Natsional'nyy aktsent. [Elektronnyy resurs], URL: <http://m.nazaccent.ru/content/21692-kazahs-kaya-etnomoda-na-forume-bajkal-2020.html> (data obrashcheniya: 20.09.2019).
7. Soyuz remeslennikov Kazakhstana. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.facebook.com/Uniono-fartisanskz/posts/1551870554884629/> (data obrashcheniya: 10.09.2019).
8. Odnoklassniki. [Elektronnyy resurs], URL: <https://ok.ru/nazaccent/topic/65862707317520> (data obrashcheniya: 17.09.2019).
9. VK. [Elektronnyy resurs], URL: https://vk.com/yalidia?z=photo2583290_456239567%2Fphotos2583290 (data obrashcheniya: 16.09.2019).
10. Gallery. [Elektronnyy resurs], URL: <http://gallery.ru/watch?ph=AbZ-dD50k#feature=topscroll> (data obrashcheniya: 20.09.2019).
11. Gallery. [Elektronnyy resurs], URL: <http://gallery.ru/watch?ph=AbZ-ep8xC#feature=topscroll> (data obrashcheniya: 20.09.2019).
12. Hats unlimited. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.hatsunlimited.com/search-results-page?q=felt+hat> (data obrashcheniya: 22.09.2019).
13. Jj hat center. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.jjhatcenter.com/collections/felt-hats> (data obrashcheniya: 20.09.2019).
14. American hat. [Elektronnyy resurs], URL: <https://americanhat.net/felt-hat-line/> (data obrashcheniya: 16.09.2019).
15. Gigi pip. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.gigipip.com/pages/about-us> (data obrashcheniya: 16.09.2019).
16. Eugenia Kim. [Elektronnyy resurs], URL: https://eugeniakim.com/products/naomi-in-navy?_pos=9&_sid=b2f17b169&_ss=r (data obrashcheniya: 17.09.2019).
17. Rachel Black millinery. [Elektronnyy resurs], URL: <http://www.rachelblackmillinery.com/search?q=felt> (data obrashcheniya: 17.09.2019).
18. Maggie Mowbray millinery. [Elektronnyy resurs], URL: https://maggiemowbraymillinery.co.uk/products/felt-cocktail-hat-with-feather-detail-louis?_pos=8&_sid=b427033bd&_ss=r (data obrashcheniya: 17.09.2019).
19. Satu. [Elektronnyy resurs], URL: <https://satu.kz/p22177770-tyubetjka-naturalnogo-vojloka.html> (data obrashcheniya: 17.09.2019).
20. Vishnevyy papa. [Elektronnyy resurs], URL: <https://store.cherrypapa.com/Shlem-Rimskiy-p83720433> (data obrashcheniya: 17.09.2019).
21. Lalabug designs. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.lalabugdesigns.com/new-index> (data obrashcheniya: 16.09.2019).
22. Innerspirals. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.innerspirals.com> (data obrashcheniya: 17.09.2019).
23. Angelika Klose Design. [Elektronnyy resurs], URL: <http://www.angeli-k-hutdesign.de/Hats/AW/w-05.html> (data obrashcheniya: 18.09.2019).
24. Pinterest. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.pinterest.com/pin/456693218439095127/?nic=1> (data obrashcheniya: 18.09.2019).
25. Etsy. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.etsy.com/uk/shop/KarenRao> (data obrashcheniya: 19.09.2019).
26. The New York Times. [Elektronnyy resurs], URL: https://www.nytimes.com/2012/11/16/fashion/fantastical-felt-hats-creature-comforts-for-the-head.html?smid=tw-nytimesstyle&seid=auto&_r=1& (data obrashcheniya: 20.09.2019).
27. Etsy. [Elektronnyy resurs], URL: https://www.etsy.com/listing/290363093/unique-handmade-felt-hats?ref=shop_home_active_33 (data obrashcheniya: 11.09.2019).
28. Magic-wool. [Elektronnyy resurs], URL: https://magic-wool.com/articles/videnie_voiloka_ot_judit_pocs_vengriya_.html (data obrashcheniya: 11.09.2019).
29. Etsy. [Elektronnyy resurs], URL: https://www.etsy.com/listing/177387534/sale-rainbow-hat-pixie-felt-hat-handmade?utm_source=Pinterest&utm_medium=PageTools&utm_campaign=Share (data obrashcheniya: 13.09.2019).
30. Gallery. [Elektronnyy resurs], URL: <http://gallery.ru/watch?ph=AbZ-cGXGr#feature=topscroll> (data obrashcheniya: 17.09.2019).
31. Felt So Right. [Elektronnyy resurs], URL: <http://www.feltsoright.com/Gallery.php> (data obrashcheniya: 17.09.2019).
32. Yarmarka masterov. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.livemaster.ru/item/5238709-dlya-doma-i-interera-shapka-bannaya-muzhskaya-iz-vojloka-ruchn> (data obrashcheniya: 20.09.2019).
33. Yarmarka masterov. [Elektronnyy resurs], URL: <https://www.livemaster.ru/item/33077506-aksesuary-biryuzovaya-valyanaya-shapka-s-pomponom-iz-natural> (data obrashcheniya: 18.09.2019).
34. Liinalommi FeltDesign. [Elektronnyy resurs], URL: <http://liinalommi.com/gallery/nggallery/works/felted-hats> (data obrashcheniya: 18.09.2019).

Рекомендована отделом организации научной работы. Поступила 01.04.19.

**УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА
КОСТЮМНЫХ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТКАНИ**

**IMPROVEMENT OF QUALITY
OF COSTUME CLOTHING FABRICS
DEPENDING ON SUPPORT SURFACE OF FABRIC**

*К.Э. РАЗУМЕЕВ, Н.Б. ЮСУПОВА, Д.Т. НАЗАРОВА,
С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, Ж.Е. ДАНАДИЛОВА, З.Б. ОНГАРБАЕВА*

*K.E. RAZUMEYEV, N.B. YUSUPOVA, D.T. NAZAROVA,
S.SH. TASHPULATOV, ZH.E. DANADILOVA, Z.B. ONGARBAYEVA*

**(Российский государственный университет
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)**

**(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)**

E-mail: vonahelp@mail.ru, ssht61@mail.ru

В статье приведены результаты исследований по улучшению качества, в частности, повышения устойчивости к истиранию хлопчатобумажных тканей типа костюмного полотна. Отмечается, что стойкость ткани к истиранию зависит от показателей структуры полотна, то есть от степени взаимного изгиба нитей основы и утка или опорной поверхности тканей.

This article presents the results of research on improving the quality, in particular, increasing the resistance to abrasion of cotton fabrics such as costume cloth. It is noted that the resistance of the fabric to abrasion depends on the indicators of its structure, that is, on the degree of mutual bending of the warp and weft threads or the supporting surface of the fabrics.

Ключевые слова: опорная поверхность, истирание, структура ткани, изгиб нитей, натяжение нитей.

Keywords: bearing surface, abrasion, fabric structure, bending of threads, tension of threads.

Одежные хлопчатобумажные ткани типа костюмного полотна, которые во всем мире выпускаются в большом количестве, имеют важную характеристику: стойкость ткани к истиранию, а, следовательно, долговечность срока службы. В свою очередь стойкость ткани к истиранию зависит от таких важных факторов, как стойкость пряжи к истиранию, вид волокон, структура пряжи и ее линейная плотность, плотность ткани по основе и утку.

При всех прочих равных условиях стойкость ткани к истиранию зависит также от по-

казателей ее структуры, то есть от степени взаимного изгиба нитей основы и утка. Эта степень взаимных изгибов определяет площадь участков нитей основы и утка, соприкасающихся с поверхностью тела, которое находится в контакте с тканью, или опорную поверхность последней.

На рис. 1 представлена схема ткани саржевого переплетения (а) и разрезы вдоль основы и утка: б) – уточноопорная; в) – равноопорная; г) – основоопорная.

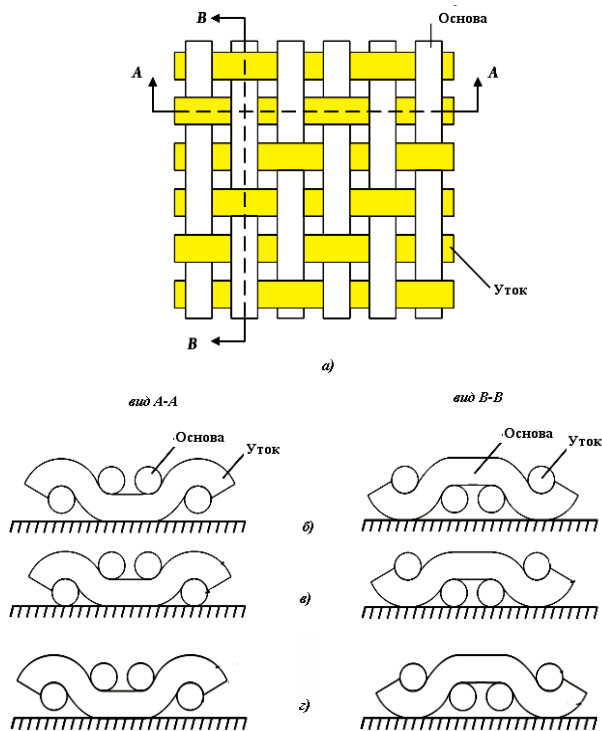


Рис. 1

Если два образца ткани состоят из нитей одинаковых линейных плотностей, то опорная поверхность может характеризоваться количеством точек, находящихся на опорной поверхности ткани площадью 1 см^2 .

Поясним сказанное выше с помощью условной схемы ткани, приведенной на рис. 1. На рис. 1-а изображена схема ткани полотняного переплетения. На рис. 1-б показан вариант ткани (уточноопорной), где уточные нити изогнуты больше, чем основные, то есть величина их прогиба больше условного диаметра основы. На рис. 1-в приведен вариант ткани (равноопорной), где уточные нити изогнуты в той же степени, как и основные, то есть прогиб уточных нитей равен условному диаметру основы. Наконец, на рис 1-г изображен вариант ткани (основоопорной), где уточные нити изогнуты меньше, чем основные, то есть величина прогиба уточных нитей меньше, чем условный диаметр основы.

В первом и третьем вариантах, когда опорная поверхность образуется соответственно или уточными, или основными нитями, число опорных точек, составляющих опорную поверхность ткани, в два раза меньше, чем во втором варианте.

Число опорных точек в уточноопорной ткани (первый вариант): $M_y = P_y \frac{P_o}{2}$; число опорных точек в основоопорной ткани (третий вариант): $M_o = P_o \frac{P_y}{2}$; в равноопорной же ткани (второй вариант):

$$\sum M = M_o + M_y = P_o \frac{P_y}{2} + P_y \frac{P_o}{2} = P_o P_y.$$

Например, если плотность ткани по основе $P_o = 23$ нитям, а по утку $P_y = 24$ нитям на 1 см , то при уточноопорной ткани (первый вариант) число опорных точек будет: $M_y = 24 \frac{23}{2} = 276$; при основоопорной ткани (третий вариант): $M_o = 23 \frac{24}{2} = 276$; а при равноопорной ткани (второй вариант) число опорных точек составит 552, или $23 \cdot 24$.

Таким образом, наибольшая площадь контакта с каким-либо телом обеспечивается в том случае, когда на опорную поверхность ткани в одинаковой степени выходят и основные и уточные нити. Тогда число точек, соприкасающихся с поверхностью тела, равно произведению плотностей ткани по основе и утку. Если же на опорную поверхность ткани выходит только одна из систем нитей, то число ее опорных точек в два раза меньше.

Благодаря неровноте нитей по линейной плотности и наличию шишек, например, при уточноопорной ткани, несмотря на то, что изгиб уточных нитей больше условного диаметра основы, на опорную поверхность в местах утолщения нитей выходит также часть основных нитей, а часть уточных нитей в местах их утонения может не выступать на опорную поверхность ткани [1].

Но даже при этом во многих случаях на поверхность выступает одна из систем нитей. Так, для исследованных нами простынных тканей на опорную поверхность чаще всего выступают уточные перекрытия. В частности, опытные проверки показывают, что выпускаемая на ткацких станках СТБ-180 в

ООО "ARKEКОТЕКСТИЛ" без арт. саржа 2/1 является основоопорной тканью (табл. 1).

Очевидно, что при эксплуатации этой ткани в первую очередь будет теряться проч-

ность вдоль основных нитей, а прочность уточных нитей будет уменьшаться в значительно меньшей степени.

Т а б л и ц а 1

Ткань суровая до стирки				ширина ткани, мм	Ткань суровая после стирки						
опорная поверхность (число опорных точек)		плотность (на 10 см)			опорная поверхность (число опорных точек)		плотность (на 10 см)		усадка после стирки, %		ширина ткани, мм
по утку	по основе	по утку	по основе		по утку	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	
111	225	230	274	1670	130	263	240	286	9,22	7,17	1516

В процессе исследований нами была разработана методика, которая позволяет определить, сколько уточных перекрытий и сколько основных в отдельности выходят на опорную поверхность ткани.

На станках СТБ-180 с микропрокладчиками были выработаны образцы хлопчатобумажной простынной ткани без арт. саржа 2/1 из пряжи 18,5×2 текс с разным натяжением основы.

Опорные точки на основных ОП_О и уточных нитях ОП_У образуют соответственно опорную поверхность основы и утка. Сумма их на 1 см² характеризует полную опорную поверхность на этом участке ткани (ОП_О+ОП_У).

Коэффициент опорной поверхности К характеризует долю основных и уточных перекрытий [2], выходящих на опорную поверхность по отношению ко всему количеству перекрытий на единице участка ткани и рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{ОП_О + ОП_У}{P_О + P_У}$$

Потеря прочности ткани после истирания определялась путем истирания образцов ткани на приборе ТОТ-2 и дальнейшего разрыва их – на динамометре.

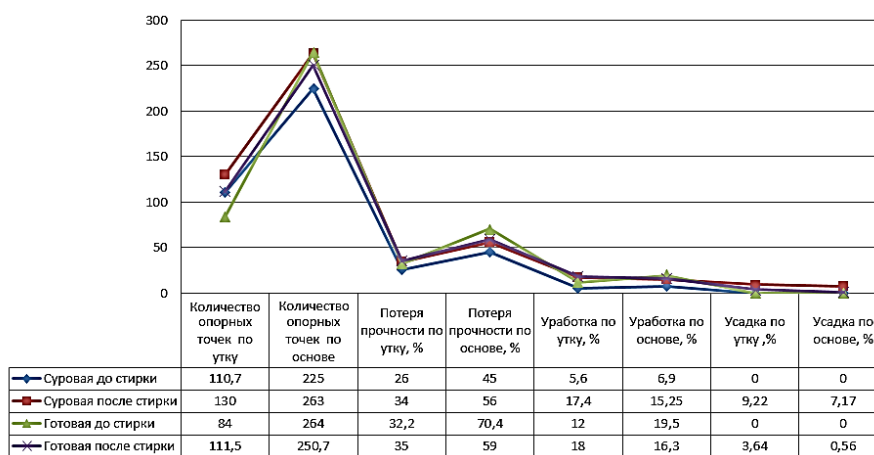


Рис. 2

Как видно из результатов, приведенных на рис. 3 (физико-механические свойства базового варианта ткани), равноопорная ткань (экспериментальный вариант 2) имеет одинаковое число опорных точек по основе и

утку и большую в сумме опорную поверхность по сравнению с основоопорной тканью (базовый вариант 1, рис. 2 – физико-механические свойства базового варианта ткани).

Наименьшую потерю прочности, то есть наибольшую сопротивляемость к истиранию, также имеет равноопорная ткань, причем потеря прочности у равноопорной ткани по основе и по утку одинаковая.

С повышением натяжения нитей основы (от 25 до 27 сН) в момент перед закрытием зева уработка в среднем увеличивается, по

основе уменьшается, а усадка после стирок, наоборот, по основе уменьшается, а по утку увеличивается. Характер изменения уработки и усадки связан с изменением высоты волн изгиба основы и утка ткани. Плотность ткани по основе растет с повышением натяжения нитей утка, плотность ткани по утку при этом заметно не изменяется.

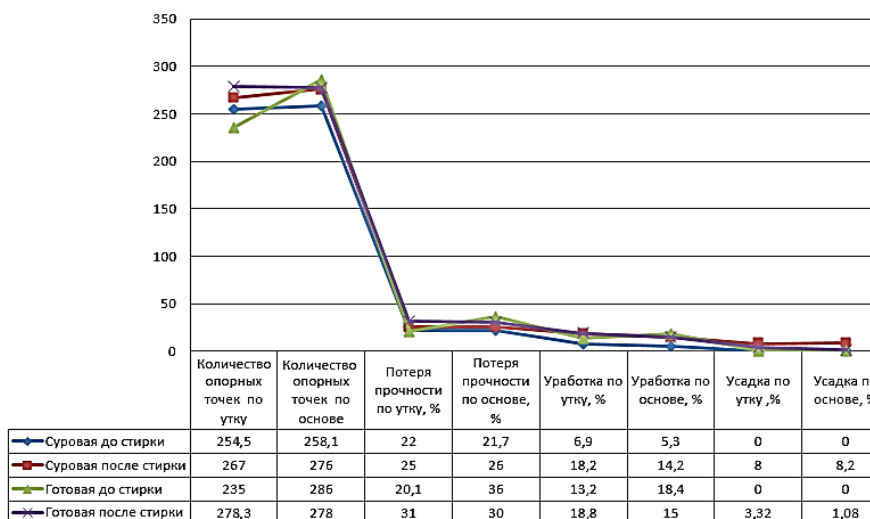


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. С помощью методики, разработанной нами, можно с высокой достоверностью определить опорную поверхность ткани, образованную отдельно основными и отдельно уточными перекрытиями.

2. При заправочных параметрах, принятых на фабриках для выработки костюмных тканей различных артикулов, как суровые, так и готовые ткани, в частности и после стабилизации их структуры после стирки, являются основоопорными тканями.

3. Анализ показателей строения и свойств ткани, полученных при разных вариантах натяжения нитей основы, выявил, что равноопорную ткань можно формировать путем подбора необходимого натяжения основной нити на ткацком станке типа СТБ.

4. Ткань, выработанная при найденных значениях натяжения основной нити, при истирании имеет значительно меньшую по-

терю прочности по основе и утку, чем ткани, выработанные при натяжении нитей основы, принятом в промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хамраева С.А.* Основы повышения качества тканей с оптимизацией параметров их формирования. – Ташкент, "Фанватехнология", 2013.

2. Cotton fabrics with higher resistance to abrasion. Dr. Sc. Prof. E.A.Onikov, Dipl.-Ing. S.Khamraeva // Mel-liand Textilberichte. – №1, 2002. P. E16.

REFERENCES

1. Khamraeva S.A. Osnovy povysheniya kachestva tkaney s optimizatsiey parametrov ikh formirovaniya. – Tashkent, "Fanvatekhnologiya", 2013.

2. Cotton fabrics with higher resistance to abrasion. Dr. Sc. Prof. E.A.Onikov, Dipl.-Ing. S.Khamraeva // Mel-liand Textilberichte. – №1, 2002. P. E16.

Рекомендована кафедрой прядения РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 07.06.19.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ
И СПЕЦИФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДЕЖДЫ
СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ОЖОГОВЫХ БОЛЬНЫХ**

**RESEARCH OF PROTECTIVE
AND SPECIFIC PROPERTIES
OF SPECIAL APPLICATION CLOTHES FOR BURN PATIENTS**

G.S. ШАЙЗАДАНОВА, К.Ж. КУЧАРБАЕВА, Н.С. МОКЕЕВА, Н.О. БИКОНУРОВ
G.S. SHAIZADANOVA, K.ZH. KUCHARBAEVA, N.S. MOKEEVA, N.O. BIKONUROV

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
Российский государственный университет
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
КГП на ПХВ "Городская клиническая больница №4" УОЗ г.Алматы, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Almaty, the Republic of Kazakhstan,
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
MSE on BEM "City Clinical Hospital №4" PHD of Almaty, Republic of Kazakhstan)

E-mail: gulnar_11.78@mail.ru; kaldigul.kuzarbaewa@mail.ru

В статье рассматривается актуальность разработки одежды специального назначения с защитными и специфическими свойствами для пациентов с термическими поражениями, находящихся в лечебном учреждении. На основе исследований разработана одежда специального назначения для ожоговых больных, которая обеспечивает дальнейшую реабилитацию пациентов в период стационарного лечения.

This article discusses the relevance of developing special-purpose clothing with protective and specific properties for patients with thermal injuries in a medical institution. Based on the studies, special-purpose clothes for burn patients have been developed, which provides further rehabilitation of patients during the period of in-patient treatment.

Ключевые слова: одежда специального назначения, термические поражения, лечебные процедуры, температура тела, защитная функция.

Keywords: clothing for special purposes, thermal damage, healing procedures, body temperature, protective function.

Проблема обеспечения комфорта пациентов с термическими поражениями в процессе лечения и прохождения лечебных процедур является достаточно новой и актуальной. Потребность в комфортной, функциональной одежде, адаптированной к условиям эксплуатации, существует у пациентов, которые находятся на длительном сроке лечения не только в условиях стационара, но и дома. Специальная одежда для пациентов уменьшает вероятность инфици-

рования ран, сокращает время проведения лечебных процедур из-за наличия конструктивных элементов, облегчающих проведение медицинских манипуляций, и создает комфорт самому больному. Важно, чтобы одежда не оказывала вредное и опасное воздействие на тело больного, не ухудшала самочувствие человека.

Тяжесть ожога определяется величиной площади и глубиной повреждения тканей. Чем больше площадь и глубже поврежде-

ние тканей, тем тяжелее течение ожоговой травмы. Глубокие и обширные ожоги проявляются общей реакцией организма, называемой ожоговой болезнью. Однако необходимо помнить, что и поверхностные, но обширные, так же как и небольшие по площади, но глубокие ожоги могут вызывать достаточно серьезные патологические нарушения.

В течение ожоговой болезни принято выделять следующие фазы: ожоговый шок, ожоговую токсемию и ожоговую септико-токсемию, заканчивающуюся реконвалесценцией, либо ожоговым истощением [1]. Специальная одежда для больных необходима на всех стадиях лечения ожога. Одежду специального назначения можно сгруппировать на специализированную одежду и одежду общего назначения. Одежда общего назначения используется при 1-й, 2-й степени ожога и при стадии реабилитации. Специализированная одежда необходима в острый период 3-й степени ожога и на всех стадиях ожога 4-й степени.

Качество медицинской и больничной одежды и ее свойства зависят от свойств материалов, из которых она изготовлена. В соответствии с нормативно-технической документацией такую одежду рекомендуется изготавливать из смесовых материалов [2]. Проведенные нами исследования позволили выявить широкий спектр традиционных и инновационных (современных) материалов, применяемых в мировой практике для изготовления одежды, предназначенной для ожоговых больных.

К материалам современной одежды, используемой больными с термическими поражениями в стационарах лечебных заведений, предъявляют требования обеспечения защиты от проникновения болезнетворной микрофлоры в пододежное пространство, высокой прочности для предотвращения преждевременного разрушения изделия, для достаточной устойчивости при стирке и истирании. Материалы должны быть легкими, иметь небольшую толщину и устойчивую структуру, чтобы исключить попадание частиц материала на поврежденные участки кожи ожогового больного, обладать высокой гигроскопичностью и влагоемкостью,

устойчивостью к агрессивным средам и иметь привлекательный внешний вид. При исследовании в "Научно-исследовательской лаборатории технологии безопасности текстильных материалов" Алматинского технологического университета ткани "Панацея PP 180 Anti-Bacterial" по стандартным методикам [3] подтвердились следующие качественные показатели:

- ткань имеет воздухопроницаемость более $40 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$, гигроскопичность более 11%;

- защита от загрязнений на масляной основе – маслоотталкивание (первоначально/после 5 стирок) – 5/4 балла; на водной основе – водоотталкивание (первоначально/после 5 стирок) – 100/95 усл.ед.;

- устойчивость на разрыв – разрывная нагрузка (по основе/по утку) – 870/540 Н, окраски к сухому трению – 5 баллов, к мокрому трению – 4,5 балла. Все показатели соответствуют стандартам и отвечают защитным и специфическим свойствам одежды специального назначения.

Разработка больничной одежды базируется на разработке унифицированных функционально-конструктивных решений одежды для ожогового отделения стационаров лечебных учреждений с учетом особенностей течения заболеваний, медицинские процедуры ухода за больным, характерные для ожогового заболевания, топография их проведения на поверхности тела человека, которые определены из исследований.

При разработке халата специального назначения были учтены защитные и специфические свойства, конструктивно-технологические решения одежды с учетом топографии пострадавших участков и особенностей проведения медицинских процедур в зависимости от особенностей протекания термических поражений, функционально-конструктивные элементы, удобные в применении для пациентов и проведения лечебных процедур: расстегивающийся/застегивающийся срез спинки, расстегивающийся/застегивающийся элемент боковой части, расстегивающаяся/застегивающаяся деталь рукава [4]. Разработка чертежа конструкции халата специального назначения для ожоговых больных выполнена по методике ЕМКО ЦНИИШП в автоматизирован-

ной системе "Grafis", что позволило сократить время на разработку модели и раскладок, повысить качество лекал и возможность выполнения размножения лекал по приращениям. Разработанная модельная конструкция халата для ожоговых больных в автоматизированной системе "Grafis" представлена на рис. 1. Представляемая модель халата специального назначения обладает защитными свойствами за счет использования антибактериальной ткани и специфическими особенностями за счет конструктивно-технологического решения узлов деталей изделия.

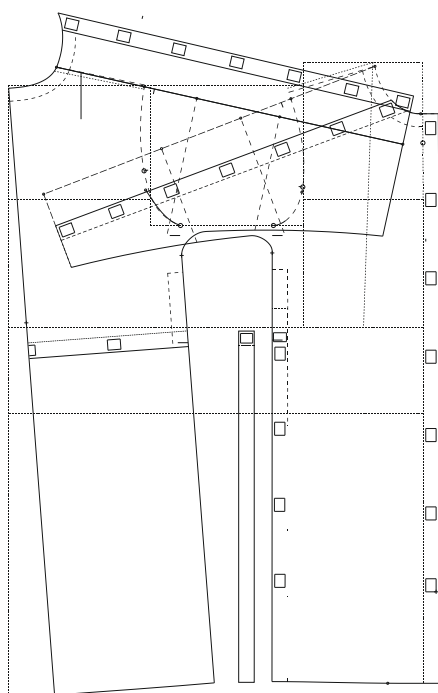


Рис. 1

При экспериментальном исследовании, носке одежды специального назначения, проведенном в ожоговом отделении Городской клинической больницы №4 г. Алматы, были рассмотрены все медицинские процедуры, характерные для ожогового заболевания, топография их проведения на поверхности тела человека. Соблюдение гигиенических требований к одежде формирует микроклимат пододежного пространства (температура, влажность, паропроницаемость, гигроскопичность, воздухопроницаемость), что позволяет одежде обеспечивать субъективные комфортные условия при оптимальных микроклимати-

ческих параметрах в помещении лечебного учреждения. Температура тела человека является одним из основных параметров проявления тепловыделения организмом человека и показателем физиологического состояния человека. Общий тепловой баланс определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{ч.к}} + Q_{\text{ч.л}} + Q_{\text{ч.и}} + Q_{\text{ч.д}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{ч}}$ – количество теплоты, образующейся в теле человека в результате его жизнедеятельности, Вт или Вт/м²; $Q_{\text{ч.к}}$ – количество теплоты, выделяемое телом человека конвекцией, Вт; $Q_{\text{ч.л}}$ – количество теплоты, выделяемое телом человека излучением, Вт; $Q_{\text{ч.и}}$ – количество теплоты, выделяемое телом человека испарением, Вт; $Q_{\text{ч.д}}$ – количество теплоты, выделяемое человеком при дыхании, Вт.

В табл. 1 приведены комплексные показатели заживления ран у ожоговых больных в разработанной одежде специального назначения для пациентов с термическими поражениями с учетом измерения температуры тела человека и времени заживления ран.

Основная группа – это группа, где пациенты находились в лечебном учреждении в одежде специального назначения, выполненной из ткани "Панацея PP 180 Anti-Bacterial", группа сравнения – это пациенты в бытовой одежде. В основной группе фаза воспаления заканчивалась на 3...5 сутки, тогда как в группе сравнения – на 5...8 сутки. Фаза регенерации в основной группе происходила на 6...10 сутки, в группе сравнения на 10...14 сутки. Полное заживление в основной группе наблюдалось на 17...18 сутки, тогда как в группе сравнения на 23...27 сутки.

Проведя анализ полученных данных в эксперименте, можно сделать вывод, что в основной группе выявлено значительное ускорение динамики сокращения ожоговых ран до полного заживления, по отношению с группой сравнения. Об этом свидетельствуют сроки лечения, время заживления с учетом температуры тела и эпителизации тканей в зоне повреждения кожи.

Сутки от начала лечения	Основная группа			Группа сравнения		
	средняя температура тела, t°C			средняя температура тела, t°C		
	1	2	3	4	5	6
3	35,2	36,1	35,5	35,5	36,2	36,5
7	38,1	37,5	37,8	37,6	37,9	38,3
10	36,6	36,9	36,7	37,4	37,8	38,0
13	36,3	36,6	36,4	37,1	39,2	36,8
17	полное заживление	полное заживление	36,6	36,8	36,9	37,5
20			полное заживление	36,2	36,6	36,4
23				36,4	полное заживление	36,6
27				полное заживление		36,6
30						полное заживление

Следует также учитывать, что при обработке ожоговых ран обработке подвергается большая площадь кожи тела человека, чем пораженный участок. При опытной носке в ожоговом отделении у пациентов в одежде специального назначения выявлено значительное ускорение динамики сокращения размеров ожоговых ран до полного заживления. Об этом свидетельствуют и сроки лечения, время заживления с учетом температуры тела и эпителизации тканей в зоне повреждения кожи (рис. 2 – сроки изменения площади и времени заживления ран пациентов с термическими поражениями); полученные результаты полностью совпадают с данными, представленными в табл. 1).

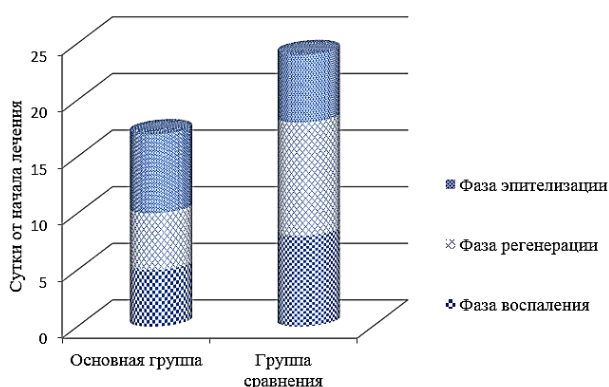


Рис. 2

Таким образом, на основе результатов исследования (табл. 1 и рис. 2) можно сделать вывод, что в основной группе выявлено зна-

чительное ускорение динамики сокращения ожоговых ран до полного заживления, по отношению с группой сравнения.

ВЫВОДЫ

Разработана комфортная, качественная одежда специального назначения, выполненная из антибактериальной ткани с защитными и специфическими свойствами для пациентов с термическими поражениями. Одежда специального назначения обеспечивает психологический и эксплуатационный комфорт пациенту и удобство медицинскому персоналу при проведении лечебных процедур, оказывает большое влияние на осуществляемые медицинские услуги в отделении ожоговой хирургии лечебного учреждения, с учетом зон поражений, позы и движения больных при проведении лечебных процедур и при дальнейшей реабилитации пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврешин П.М., Владимирова О.В., Гобеджшвили В.К. и др. Термические и химические повреждения. Электротравма. – Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2017.

2. Шайзаданова Г.С., Кучарбаева К.Ж., Мокеева Н.С. Исследование и выбор материалов для одежды специального назначения ожоговым больным // Мат. Междунар. науч.-практ. конф.: Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства. – Алматы, 2019. С. 205...207.

3. Шайзаданова Г.С., Кучарбаева К.Ж. Разработка одежды специального назначения для пациентов с термическими поражениями // Тез. докл. Международ. науч.-практ. конф.: Global Science and Innovations V. – Gdansk: Eurasian Center of Innovative Development "DARA", 2019. С. 302...306.

4. ГОСТ 11209–2014. Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200117511>, дата обращения 05.11.2019 г.

5. Антибактериальные ткани. URL: <http://www.textile.ru/production/technology/sanitized>, дата обращения 01.11.2019 г.

REFERENCES

1. Lavreshin P.M., Vladimirova O.V., Gobedzhishvili V.K. i dr. Termicheskie i khimicheskie povrezhdeniya. Elektrotravma. – Stavropol': Izd-vo StGMU, 2017.

2. Shayzadanova G.S., Kucharbaeva K.Zh., Mokeeva N.S. Issledovanie i vybor materialov dlya odezhdy

spetsial'nogo naznacheniya ozhogovym bol'nym // Mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Innovatsionnoe razvitiye pishchevoy, legkooy promyshlennosti i industrii gostepriimstva. – Almaty, 2019. S. 205...207.

3. Shayzadanova G.S., Kucharbaeva K.Zh. Razrabotka odezhdy spetsial'nogo naznacheniya dlya patsientov s termicheskimi porazheniyami // Тез. докл. Международ. науч.-практ. конф.: Global Science and Innovations V. – Gdansk: Eurasian Center of Innovative Development "DARA", 2019. С. 302...306.

4. GOST 11209–2014. Tkani dlya spetsial'noy odezhdy. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/1200117511>, data ob-rashcheniya 05.11.2019 g.

5. Antibakterial'nye tkani. URL: <http://www.textile.ru/production/technology/sanitized>, data obrashcheniya 01.11.2019 g.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

УДК 658.527

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЗАБРОНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАВМАТИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ НА ПАКЕТ БРОНЕЖИЛЕТА ДЛЯ СОБАК

EXPERIMENTAL-CALCULATED METHOD FOR EVALUATING THE TRANSBINARY EXPOSURE TO TRAUMATIC WEAPONS FOR DOG BODY ARMOR PACKAGE

H.S. MOKEEVA, T.O. BUNKOVA, E.V. ARCHINOVA, L.T. SARTTAROVA, Zh.B. BAIZHANOVA

N.S. MOKEEVA, T.O. BUNKOVA, E.V. ARCHINOVA, L.T. SARTTAROVA, Zh.B. BAIZHANOVA

(Новосибирский технологический институт (филиал)
Российского государственного университета
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Алматинский технологический университет,
Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан)

(Novosibirsk Technological Institute (branch) of Russian State University
named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art),
Almaty Technological University,
Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan)

Email: 25lazzat@mail.ru; zhazira79@list.ru

Рассмотрены проблемы проектирования бронезиления для собак служебных и служебно-розыскных пород. Приведены результаты баллистических испытаний пакета мягкой брони; разработана математическая модель и рассчитана прогнозируемая тяжесть заброневой травмы животного в результате воздействия травматического оружия.

Problems of design of body armor for dogs of service and search are considered. The results of ballistic tests of the soft armor package are given; mathematical model has been developed and a predicted tya-hard injury of an animal as a result of exposure to traumatic weapons has been calculated.

Ключевые слова: бронежилет для собак служебных пород, пакет мягкой брони, баллистические испытания, математическая модель, тяжесть заброневаемой травмы.

Keywords: body armor for dogs of service breeds, package of soft armor, ballistic tests, mathematical model, severity of barbed injury.

По данным Главного информационно-аналитического центра МВД РФ (ГИЦ МВД РФ) в 2014 г. зарегистрировано 7281 преступление с использованием оружия. Из них 4863 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств. В 2015 г. зарегистрировано 6939 преступлений с использованием оружия, из них 5431 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств. В 2016 г. зарегистрировано 6031 преступление с использованием оружия, из них 4992 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств. В 2017 г. зарегистрировано 5434 преступления с использованием оружия, из них 4717 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств. В 2018 г. зарегистрировано 6003 преступления с использованием оружия, из них 4299 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств [1]. На рис. 1 (данные МВД России о количестве зарегистрированных преступлений в 2014-2018 гг.) приведена статистика преступлений.

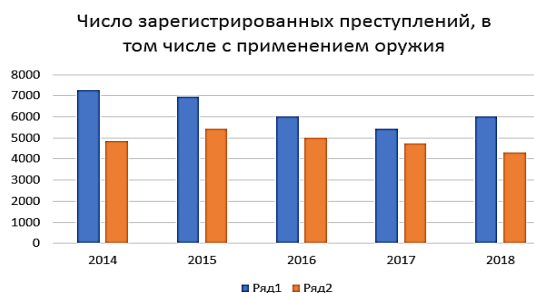


Рис. 1

Анализ статистических данных позволяет говорить о том, что из массы преступлений с использованием оружия доля использования огнестрельного оружия в промежутке с 2014 по 2018 гг. существенно не меняется и колеблется в пределах от 4300...5400 преступлений в год, что составляет в среднем 77% от общей массы преступлений, совершенных с использованием оружия. Эти данные могут говорить о том, что вопросы по разработке эффективных средств индивидуальной защиты сотрудников МВД и других силовых ведомств по-прежнему актуальны.

В настоящее время средствами индивидуальной защиты обеспечиваются не только люди, но и служебные собаки. Основным элементом средств индивидуальной защиты является бронежилет. Его задача – обеспечивать защиту жизненно важных органов от поражения холодным оружием, пулями, огнестрельного оружия, осколками снарядов, мин, гранат и т.п., заброневаемой контузионной травмы и механических повреждений. Повышение уровня преступности, растущая террористическая угроза делают собак служебных и служебно-розыскных пород незаменимыми помощниками силовых структур МВД в наши дни [2].

Консультации со специалистами ветеринарных служб МВД позволяют сделать заключение, что в последнее время увеличилось число травм служебных собак от оружия нелетального (травматического действия). Следует отметить, что данный вид оружия вообще не рассматривается при разработке средств индивидуальной защиты как для человека, так и для собак, испытания на стойкость к воздействию этого вида оружия

нормативно-технической документацией не регламентируются [3].

В исследовании, проводимом на кафедре технологии и конструирования швейных изделий НТИ (филиала) РГУ им. А.Н. Косыгина, изучены и проанализированы поражающие факторы, локализация и характер поражений оружием травматического действия.

Пакет мягкой брони из 24 слоев отстреливался в определенной последовательности – три выстрела по углам треугольника, четвертый выстрел – центральный, дистанция обстрела 3 м. С учетом скорость пули, в зависимости от модели травматического оружия, кинетическая энергия травматических элементов колеблется от 30 до 200 Дж, а в некоторых случаях до 400 Дж.

Сравнительно высокую баллистическую стойкость пакета бронезащиты можно получить тогда, когда потенциальная энергия пули расходуется на деформацию слоев пакета материалов. В то же время большая де-

формация систем нитей друг относительно друга нежелательна, это может привести к значительной заброневаемой травме. Именно поэтому оценка результатов испытаний пакета бронезащиты для служебных собак на пулепробиваемость является очень важной и кропотливой задачей. Деформация самой пули также забирает на себя часть разрушающей энергии.

Для проведения испытаний отобраны два вида "нелетального" оружия, чаще всего используемые на территории России и вызывающие наиболее тяжелые характерные травмы – Гроза-021 и Оса-ПБ-4.

Технические характеристики оружия травматического действия представлены в табл. 1. Рассмотрев технические характеристики оружия травматического действия, отмечается разная начальная скорость пули, разные калибры, а также масса пули. У пистолета типа Оса-ПБ-4 масса пули в 18 раз больше, чем у пистолета типа Гроза-021.

Т а б л и ц а 1

Наименование	Начальная скорость пули, м/с	Масса пули, г	Калибр ствола, мм	Энергия пули, Дж
Гроза - 021	400	0,65	9	91
Оса-ПБ-4	300	12	18	85

Рассматриваемое оружие обладает разным останавливающим эффектом. Несмотря на то, что энергия пули практически постоянна, наиболее важную роль играют калибр пистолета и масса пули.

Для пистолета типа Гроза-021, калибр 9 мм, характерен проникающий останавливающий эффект, а именно поражение мягких тканей. Пистолет травматического действия типа Гроза-021 и его патроны калибра 9 мм после выстрела представлены на рис. 2.



Рис. 2

Пистолет типа Оса-ПБ-4 с калибром 18 мм обладает самым мощным останавливающим эффектом. Чаще всего это скрытые внутренние поражения, а именно переломы, разрывы внутренних органов и внутренние кровотечения. Пистолет травматического действия типа Оса-ПБ-4 и его патроны калибра 18 мм после выстрела, представлены на рис. 3.



Рис. 3

На рис. 4 и 5 представлены диаграммы Парето, позволяющие наглядно оценить характер и степень повреждения слоев пакетов (рис. 4 – состояние пакета материалов бронезащиты после проведения испытаний оружием травматического действия типа Гроза-021, калибр 9 мм; рис. 5 – состояние пакета материалов бронезащиты после проведения испытаний оружием травматического действия типа Оса ПБ-4, калибр 18 мм).

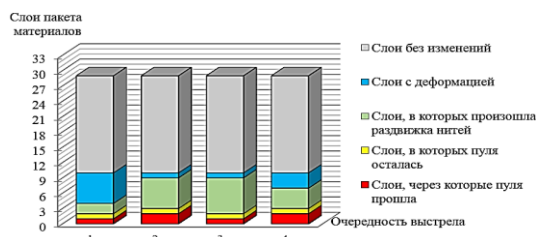


Рис. 4

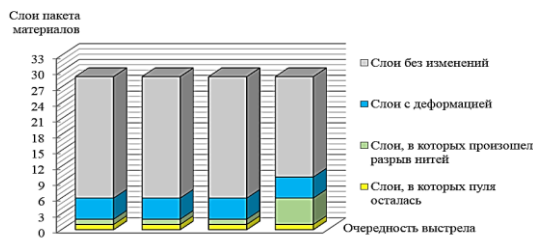


Рис. 5

Таким образом, в ходе проведения испытаний установлено, что исследуемые пакеты мягкой брони обеспечивают баллистическую защиту от оружия травматического действия, следовательно, пакет мягкой брони из 24 слоев позволяет обеспечить защиту от проникающего воздействия [4].

В медицинской практике существует такое понятие, как биологические критерии безопасного исхода заброневого контузионной травмы. В момент соприкосновения пули или осколка с бронепластиной возникает мощный удар, часть энергии которого передается внутренним органам, находящимся за преградой. При этом серьезные и нередко смертельные поражения наблюдаются даже при отсутствии пробития защитных слоев пакета бронезащиты.

При проникании пули в слои бронезащиты часть ее энергии уходит в неупругое столкновение с поверхностью бронезащиты.

Конкретный механизм зависит от конструкции и материала бронезащиты. Энергия может тратиться на деформацию стальной или керамической пластины, либо на растяжение или разрыв арамидных или полиэтиленовых волокон. Приведем расчет центрального удара. При неупругом ударе всегда строго выполняется закон сохранения импульса:

$$mV_0 = (m + M)V_1, \quad (1)$$

где m – масса пули; M – масса бронезащиты; V_0 – скорость пули перед соприкосновением с бронезащитой; V_1 – скорость пули после соприкосновения.

Данная формула была бы верна, если бы бронезащита представляла собой жесткую и очень прочную пластину, в этом случае при ударе все точки бронезащиты двигались с одной скоростью, равной пуле. Но в рассматриваемом случае бронезащита представляет собой мягкую конструкцию с некоторым возникающим поверхностным натяжением. В момент удара пуля соприкасается только с маленькой частью бронезащиты, затем, за счет натяжения, вовлекает все больший объем материала. Схематичное изображение описанного процесса представлено на рис. 6 (схема удара пули о мягкую броню).

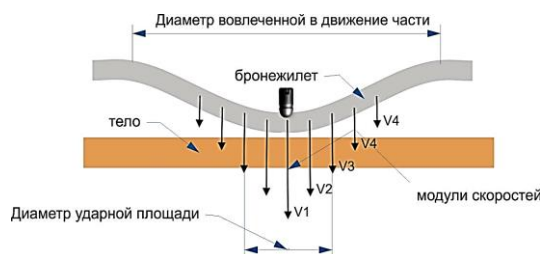


Рис. 6

По мере вовлечения частей бронезащиты в движение в закон сохранения импульса будет входить все большая масса бронезащиты, и скорость пули будет уменьшаться, а скорость крайних участков увеличиваться, пока не сравняется со скоростью пули. Но удар о тело произойдет раньше, чем будут вовлечены в движение все части бронезащиты.

Можно считать, что в момент удара скорость каждой точки бронезащиты распреде-

лена симметрично относительно пули и зависит от расстояния до пули. Поэтому следующий шаг – необходимость расчета поверхностной плотности получаемой энергии:

$$e = \frac{E_{уд}}{S_{уд}}, \quad (2)$$

где $E_{уд}$ – энергия части бронежилета, на которую пришелся удар; $S_{уд}$ – площадь удара.

В свою очередь, площадь удара и энергия от удара вычисляются по формулам (3) и (4) соответственно:

$$S_{уд} = \pi R_{уд}^2, \quad (3)$$

где $R_{уд}$ – радиус площади удара, который можно получить путем измерения радиуса вмятины:

$$E_{уд} = \int_0^{R_{уд}} \frac{V^2(r)}{2} 2\pi r \rho dr, \quad (4)$$

где r – расстояние от рассматриваемой точки до центра удара; $V(r)$ – скорость точки бронежилета, удаленной от пули на расстояние r ; ρ – поверхностная плотность бронежилета.

Деформированная часть пакета материалов бронежилета после выстрела в него по форме напоминает картину распространения волн на поверхности воды после броска камня, как на рис. 7 (деформация на поверхности воды и пакета материалов бронежилета).



Рис. 7

Расчет удара пули целесообразно выполнять для центральной точки, так как картина угловых точек несимметрична, и расчеты проблематично осуществить. К сожалению, точно определить распределение скорости различных точек бронежилета не представляется возможным. Поэтому целе-

сообразно принять упрощение. Таким образом, принято решение, что скорость точек бронежилета убывает по синусоиде по мере удаления от центра удара, то есть точки соприкосновения бронежилета и пули. Основанием для этого предположения является визуальный осмотр последних слоев пакетов бронежилета.

Исходя из того, что при пробитии пулей бронепанели в центре скорость максимальная, а на краях – нулевая, получена тригонометрическая функция, определяющая распределение скорости точек бронепанели в зависимости от расстояния до центра. Пока пуля будет пробивать бронежилет и приближаться к телу собаки, от центра удара будет распространяться волна, вовлекающая бронежилет в движение.

Получена формула распространения продольной волны в бронежилете и произведен расчет.

Разработана математическая модель, описывающая процесс взаимодействия поражающего элемента с бронежилетом, где конечным этапом является расчет плотности энергии, получаемой бронежилетом во время удара:

$$e = \frac{E_{уд}}{\pi R_{уд}^2}. \quad (5)$$

Это позволяет определить характер заброневоего воздействия поражающего элемента при непробитии защитной структуры бронежилета. В результате расчетов поверхностная плотность энергии удара составила для Грозы-021 1,83 Дж/см², для Осы-ПБ-4 4,06 Дж/см².

Считается, что плотность энергии удара более 8 Дж/см² наносит травмы средней тяжести при попадании в туловище собаки. А при попадании в шею – наносит тяжелые травмы, которые приводят к инвалидности, а иногда и к смерти собаки. В нашем случае расчетная плотность энергии на порядок меньше. В связи с этим можно предполагать, что прямой удар не нанесет серьезных повреждений собаке, и она останется невредима. Полученные расчеты приблизительно выразили скорость точек бронежилета в зависимости от расстояния до пули, предположив синусоидальную зависимость

с максимальной скоростью пули и с нулевой скоростью края. Расчеты выполнены с примерным подсчетом времени между соприкосновением пули с бронежилетом и ударом по телу. Также примерно оценивали расстояние, равное толщине пакета материалов, усреднив при этом скорость. Площадь удара получена путем измерения вдавленной площади в последнем слое пакета после окончания проведения испытаний.

Проведенные испытания показали, что демпферный слой не разрушается, визуально сложно определить площадь удара из-за упругих свойств материала демпферного слоя (это является темой для дальнейших исследований).

ВЫВОДЫ

Таким образом, разработана и реализована математическая модель расчета величины заброневой контузионной травмы, возникающей при использовании нелетального оружия типа Оса-ПБ-4 и Гроза-021. Проведенные испытания сформированного пакета мягкой брони на устойчивость к воздействию оружия травматического действия показали, что условие непробития сформированного пакета мягкой брони соблюдается. С учетом полученных данных можно говорить о том, что пакет мягкой брони обеспечивает защиту от воздействия травматического оружия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистика и аналитика. Состояние преступности [Электронный ресурс]//<https://мвд.рф /Deljatelnost/statistics>

2. Бунькова Т.О., Арчинова Е.В. Проблемы повышения качества пакета материалов бронеодежды

для собак // Сб. Мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2015). – М.: МГУДТ, 2015. С. 68...71.

3. Арчинова Е.В., Мокеева Н.С., Бунькова Т.О., Жилисбаева Р.О. Оценка эксплуатационной надежности бронежилета для собак служебно-розыскных пород // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 5. С. 69...72.

4. Арчинова Е.В., Бунькова Т.О. Средства защиты для собак служебных и служебно-розыскных пород. Этапы разработки // Мат. II Всерос. науч.-практ. конф.: Инновации и современные технологии в индустрии моды. – Новосибирск: Российский гос. ун-т им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Новосибирский технол. ин-т (филиал), 2018. С. 160...162.

REFERENCES

1. Statistika i analitika. Sostoyanie prestupnosti [Elektronnyy resurs]//<https://mvd.rf /Deljatelnost/statistics>

2. Bun'kova T.O., Archinova E.V. Problemy povysheniya kachestva paketa materialov broneodezhdy dlya sobak // Sb. Mat. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2015). – М.: MGUDT, 2015. S. 68...71.

3. Archinova E.V., Mokeeva N.S., Bun'kova T.O., Zhilisbaeva R.O. Otsenka ekspluatatsionnoy nadezhnosti bronezhileta dlya sobak sluzhebno-rozysknykh porod // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, № 5. S. 69...72.

4. Archinova E.V., Bun'kova T.O. Sredstva zashchity dlya sobak sluzhebnykh i sluzhebno-rozysknykh porod. Etapy razrabotki // Mat. II Vseros. nauch.-prakt. konf.: Innovatsii i sovremennyye tekhnologii v industrii mody. – Novosibirsk: Rossiyskiy gos. un-t im. A.N. Kosygina (Tekhnologii. Dizayn. Iskustvo), Novosibirskiy tekhnol. in-t (filial), 2018. S. 160...162.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

УДК 677.051

**АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ И ВЛИЯНИЯ
НА ЭФФЕКТ ОЧИСТКИ МНОГОГРАННЫХ КОЛОСНИКОВ
ОЧИСТИТЕЛЕЙ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ANALYSIS OF VIBRATIONS AND INFLUENCE
ON THE EFFECT OF CLEANING THE MULTI-FACE GRAVES
OF THE CLEANERS OF FIBROUS MATERIALS**

А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Д.С. ТАШПУЛАТОВ, И.М. ДЖУРИНСКАЯ, А. ДЖУРАЕВ, Ш. ШУХРАТОВ
A.F. PLEKHANOV, D.S. TASHPULATOV, I.M. JURINSKAYA, A. DJURAEV, SH. SHUHRATOV

**(Российский государственный университет
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)**

**(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)**

Email: mda4580@inbox.ru, indi_06.79@mail.ru

В статье приведена схема установки пластмассового многогранного колосника и принцип работы очистителя волокнистого материала от крупного сора. Изучено колебание колосников, установленных в верхней и нижней зонах очистки с различной толщиной резиновой опоры. Построены графические зависимости изменения амплитуды перемещений и скорости колебаний многогранного пластмассового колосника от изменения очищаемого волокнистого материала. Полнофакторными экспериментами обоснованы параметры очистителя волокнистого материала.

The article shows the installation diagram of plastic multifaceted cleaning bars and the principle of operation of the cleaner of fibrous material from large litter. The oscillation of the grid-irons installed in the upper and lower cleaning zones with different thickness of the rubber support was studied. Graphical dependences of the change in the amplitude of displacements and the oscillation velocity of the polyhedral plastic grate from the change in the fiber material being cleaned are constructed. Full-factor experiments substantiated the parameters of the fibrous material cleaner.

Ключевые слова: волокнистый материал, очиститель, крупный сор, резиновая опора, толщина, колебание, жесткость, диссипация, полнофакторный эксперимент, оптимизация.

Keywords: fibrous material, cleaner, coarse litter, rubber support, thickness, vibration, stiffness, dissipation, full-factor experiment, optimization.

Используемая на производстве колосниковая решетка очистителя волокнистого материала содержит колосники круглого сечения, размещенные в дугообразных боковинах [1]. Недостатком данной конструкции является малоэффективность очистки. Также известна конструкция колосниковой решетки, содержащей многогранные колосники с плоской рабочей гранью. Количество граней колосников по ходу протаскивания волокнистого материала изменяет-

ся по синусоидальному закону распределения, в частности по треугольному [2].

Недостатком этой конструкции является низкий эффект очистки хлопка из-за недостаточной эффективности встраивания хлопка при взаимодействии с колосниками. В данной конструкции также в начальной зоне очистки хлопок менее разрыхленный, а в конце зоны очистки достаточно разрыхленный. При этом конструкция не обеспечивает эффект очистки по всей зоне протаскивания хлопка.

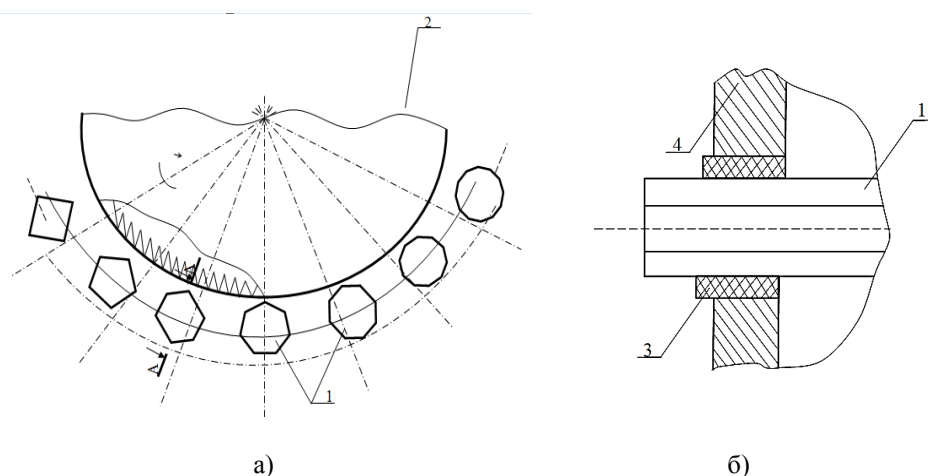


Рис.1

Были разработаны новые конструкции колосниковой решетки [3], [4]. Конструкция колосниковой решетки очистителя волокнистого материала (рис. 1: а) – вид сверху; б) – разрез А-А) состоит из пластмассовых колосников 1, которые установлены в корпусе 4 посредством упругих резиновых втулок 3 и вращающегося пыльного цилиндра 2. Колосники 1 выполнены многогранными. При этом каждый последующий колосник имеет количество граней на одну больше, чем предыдущий колосник. Первый колосник по ходу продвижения хлопка выполнен четырехгранным.

В процессе работы хлопок-сырец (волокнистый материал) поступает к пыльному цилиндру 2, зубья которого захватывают хлопок-сырец и протаскивают его по пластмассовым многогранным колосникам 1. При этом хлопок ударяется о многогранные колосники 1. Сила и направление

ударов по ходу вращения барабана 2 будут различными за счет различного количества граней колосников 1. С увеличением количества граней колосников 1 уменьшается импульсивная сила удара хлопка по грани пластмассовых колосников, а с уменьшением количества граней колосников, наоборот, увеличивается сила удара. Поэтому в начальной зоне хлопок-сырец, ударяясь о пластмассовые колосники с четырьмя гранями, с большей силой подвергается разрыхлению, и количество сора, выделившегося и него, больше.

Далее, с увеличением граней пластмассовых колосников сила взаимодействия хлопка с гранями колосников, хотя и уменьшается, но увеличивается их частота и направление взаимодействия. Это способствует эффективному выделению примесей, преимущественно крупных.

Установка пластмассовых многогранных колосников 1 на резиновых втулках 3 в дугообразных планках 4 вызывает колебания колосников 1, что приводит к дополнительному выделению сорных примесей (рис.1-б).

В очистителях хлопка от крупного сора колосник совершает сложные колебания, но на процесс очистки хлопка в основном влияют вертикальные колебания многогранного колосника. Поэтому колосник принимаем как одномассовую систему, совершающую вертикальные колебания. Используя уравнение Лагранжа II рода [5...7], получаем дифференциальное уравнение колебательного движения пластмассового многогранного колосника на резиновых втулках в следующем виде:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + cx = F_1 \sin \omega t \pm \delta F_1, \quad (1)$$

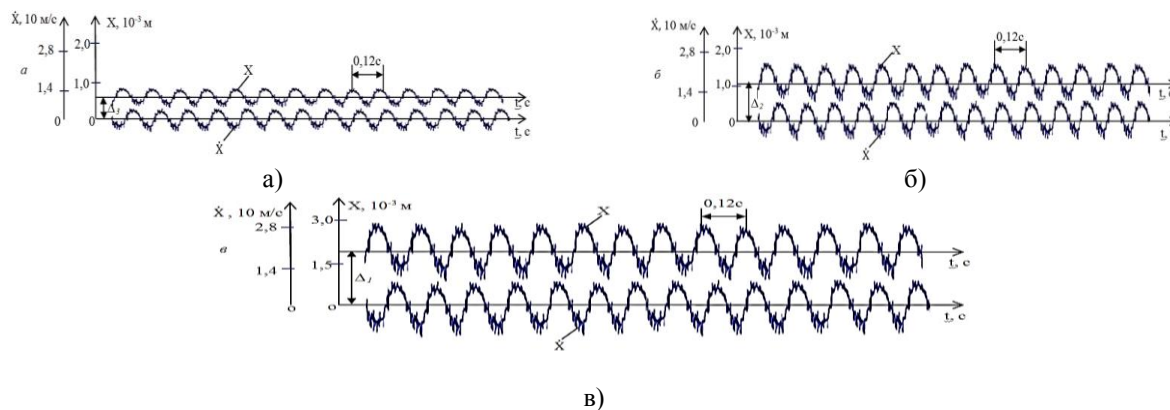


Рис. 2

Анализ закономерностей показывает, что при максимальном значении перемещения колосника X скорость будет нулевая и наоборот. При этом влияние на закон перемещения и скорость колебаний многогранного колосника сопротивления от хлопка незначительно. При производительности очистителя машины 3,5 т/ч и исходных значениях параметров колосника амплитуда его перемещения находится в среднем в пределах $0,24 \cdot 10^{-3}$ м и соответственно амплитуда колебаний скорости многогранного колосника находится в пределах (3,5...5) м/с.

С увеличением производительности очистителя до 7,5 т/ч, A_x доходит до $(0,8...0,9) \cdot 10^{-3}$ м и $A_{\dot{x}}=(7,1...8,5)$ м/с.

где F_1 – среднее значение возмущения от хлопка; δ – случайная составляющая возмущения.

Численное решение (1) осуществлено методом Рунге-Кутты при следующих исходных значениях параметров системы: $m = (0,8...1,2)$ кг; $c = (0,6...1,6) \cdot 10^3$ Н/м; $F_1 = (3,0...10)$ Н; $\delta F_1=(0,3...1,0)$ Н; $b = (2,5...6,5)$ Н·м/с. При решении задачи случайное составляющее технологической нагрузки осуществляли с использованием генератора случайных чисел, применяя известную методику [8]. На рис. 2 (а) – при $P_p=3,5$ т/ч; б) – при $P_p=5,5$ т/ч; в) – при $P_p=7,5$ т/ч) приведены закономерности изменения вертикальных перемещений и скорости колосника на резиновых втулках рекомендуемой модернизированной пыльчатой секции хлопкоочистительного агрегата.

На основе обработки полученных результатов были построены графические зависимости изменения перемещения и скорости колебаний колосника для верхней и нижней зоны очистки, которые представлены на рис. 3 (1, 2 – $A_x=f(F_c)$; 3, 4 – $A_x=f(F_c)$; 2,4 – при $m_k=2,0$ кг; 1,3 – при $m_k=3,5$ кг, отклонения $\Delta=(7,0...8,0)\%$). Анализ графиков показывает, что увеличение технологической нагрузки хлопка-сырца от 1,5 до 10,0 Н приводит к увеличению амплитуды колебаний колосника от $0,45 \cdot 10^{-3}$ до $1,26 \cdot 10^{-3}$ м при массе колосника 0,8 кг. При массе колосника 1,2 кг амплитуда колебаний перемещения колосника доходит только до $0,97 \cdot 10^{-3}$ (рис. 3, кривая 1). Подобным обра-

зом изменяется и скорость колебаний колосника (рис. 3, кривые 3,4). При массе колосника 0,8 кг амплитуда скорости возрастает от 9,9 до 27,6 м/с при увеличении нагрузки от 1,5 до 10,0 Н. При массе колосника 1,2 кг амплитуда скорости колебаний колосника доходит до 24,8 м/с.

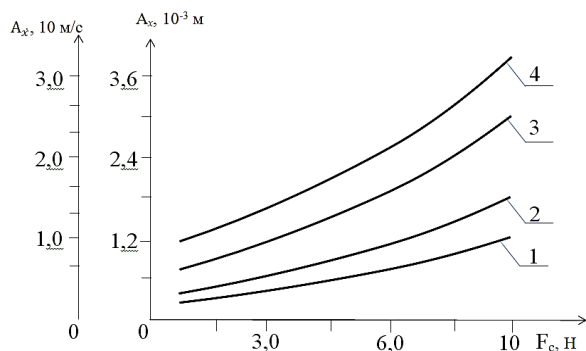


Рис. 3

Известно, что увеличение амплитуды и частоты колебаний колосников приводит к увеличению очистительного эффекта. Но при этом увеличивается поврежденность хлопка, а также за счет значительного изменения технологических зазоров между колосниками увеличивается уход летучек в отходы. При этом увеличение амплитуды и частоты колебаний колосников приводит к увеличению очистительного эффекта. Поэтому для обеспечения амплитуды колебаний колосника в верхней зоне крупной очистки хлопка в пределах $A_x \leq (1,5 \dots 2,3) \cdot 10^{-3}$ м целесообразным является выбор значений

коэффициента жесткости резиновой втулки в пределах $C = (1,0 \dots 1,3) \cdot 10^{-3}$ Н/м.

Для нижней зоны очистки обеспечение значений $A_x \leq (0,8 \dots 1,2) \cdot 10^{-3}$ м рекомендуется $C = (1,8 \dots 2,2) \cdot 10^{-3}$ Н/м, при которых происходит повышение очистительного эффекта, снижается количество повреждений волокон хлопка и уменьшается уход летучек хлопка с сором [8...10].

Для обеспечения амплитуды колебаний колосника в верхней зоне очистки хлопка от крупного сора очистителя в пределах $A_x \leq (1,5 \dots 2,3) \cdot 10^{-3}$ м рекомендуется выбрать $m = (0,6 \dots 1,0)$ кг, а для нижней зоны для обеспечения $A_x \leq (0,8 \dots 1,2) \cdot 10^{-3}$ м рекомендуется масса колосника в пределах $(1,0 \dots 1,15)$ кг.

С целью исследования работоспособности предложенной конструкции колосников, установленных на машине УХК, нами проведен анализ существующих способов и методов проведения опытов. Из анализа проведенных исследований для оценки работоспособности данной конструкции выбраны параметры, позволяющие определить влияние параметров выбранной конструкции на процесс очистки хлопка от сорных примесей.

При проведении исследований были учтены следующие основные параметры, разделенные на входные и выходные.

При исследованиях в качестве выходных параметров приняты (табл. 1): x_1 – толщина резиновой втулки верхнего колосника h_1 , 10^{-3} м; x_2 – производительность машины Π , т/ч; x_3 – толщина резиновой втулки нижнего колосника h_2 , 10^{-3} м.

Таблица 1

Наименование фактора	Код обозначения	Истинные значения фактора			Диапазон изменения
		-1	0	+1	
Толщина резиновой втулки верхнего колосника h_1 , 10^{-3} м	X_1	1,5	2,5	3,5	1,0
Производительность машины Π , т/ч	X_2	5,5	6,5	7,5	1
Толщина резиновой втулки нижнего колосника h_2 , 10^{-3} м	X_3	1,2	1,6	2,0	0,4

При проведении опытов выходным параметром, выбран очистительный эффект хлопка Y .

$$\begin{aligned}
 X_1 &= (E - 2,5) / 0,5, \\
 X_2 &= (\Pi - 6,5) / 1, \\
 X_3 &= (\delta - 1,6) / 2.
 \end{aligned}$$

Влияние входных параметров на эффективность очистки (выходных параметров) изучали при помощи эксперимента. Для этого составляли матрицу планирования. В любых условиях эксперименты проводили в 3-кратной повторности. На рис. 4 представлен общий вид колосниковой решетки

очистителя с пластмассовыми многогранными колосниками.



Рис. 4

Точность и достоверность результатов эксперимента во многом зависят от точности контроля всех входных и выходных параметров и их постоянства. Поэтому проведению каждого опыта предшествовала подготовка с многократным контролем входных и выходных параметров очистителя хлопка от крупного сора. В математическую модель процесса включены только значимые коэффициенты. Таким образом, система уравнений, полученных в результате обработки данных с помощью компьютерной программы EXCEL, имеет вид:

уравнение регрессии для 2-го сорта хлопка:

$$Y = 83,09 + 0,96X_1 - 1,27X_2 - 0,75X_3 - 2X_1X_2 - 0,35X_2X_3 + 0,28X_1X_2X_3, \quad (2)$$

уравнение регрессии для 4-го сорта хлопка:

$$Y = 82,8 + 0,42X_1 - 1,25X_2 - 1,86X_3 + 0,5X_1X_2 - 1,57X_1X_3 + 0,78X_2X_3 + 0,38X_1X_2X_3. \quad (3)$$

Математический расчет адекватности уравнений (2) и (3) показал хорошую сходимость моделей и результатов экспериментов.

Основным результатом проведенного полнофакторного эксперимента является определение влияния входящих факторов на выходящий фактор. Все вышеперечисленные параметры и их соотношение влияют на процесс очистки хлопка-сырца. Необходимо выбрать такие параметры входящих

факторов, которые работали бы на улучшение процесса очистки.

Анализ полученных результатов полнофакторного эксперимента позволяет рекомендовать следующие значения для выбранных основных факторов:

- производительность – 6,15 т/ч;
- толщина резиновой втулки верхнего колосника – $2,6 \cdot 10^{-3}$ м;
- толщина резиновой втулки нижнего колосника – $1,3 \cdot 10^{-3}$ м.

При данных значениях факторов наблюдается эффективная работа очистителя хлопка-сырца, то есть эффект очистки составляет выше 90%.

ВЫВОДЫ

На основе численного решения задачи колебаний колосников на резиновых опорах были получены закономерности изменения перемещений и скоростей колебаний колосника на упругих опорах очистителя хлопка от крупного сора при изменении производительности машины. Построены графические зависимости изменения амплитуды колебаний перемещений и скоростей колосника на резиновых подушках от технологической нагрузки хлопка-сырца. Увеличение жесткости резиновой втулки приводит к снижению амплитуды колебаний перемещений и скорости колосника по нелинейной закономерности. Исследования показали, что оси колосников при деформации резиновых втулок перемещаются параллельно вниз. Деформация зависит от нагрузки, массы колосника и жесткости резины. При этом увеличение амплитуды и частоты колебаний колосников приводит к увеличению очистительного эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мирошниченко Г.И.* Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1972.
2. Патент RU №2668544. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала / Битус Е.И., Плеханов А.Ф., Разумеев К.Э., Джураев А., Ташпулатов Д.С. Бюл. №28 01.10.2018. по заявке №2017143328, 12.12.2017.

3. Патент Рес. Узб.FAP00947. Очистительная пыльчатая секция хлопкоочистительного агрегата / Максудов Р.Х. и др. 30.09.2014 г. Бюл. №9.

4. *Tashpulatov D.S., Plkhanov A.F., Djuraev A.* Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the fiber material cleaner // *European Sciences Review Scientific Journal*. – № 5–6, 2018. P. 350...352.

5. *Ballaney P.L.* Theory Machines and Mechanisms // A textbook for engineering students. – Khanna publishers, 2003.

6. *Khurmi R.S., Gupta J.K.* Theory of machines // A textbook. – Eurasia publishing house, 2011.

7. *Djuraev A., Rajabov O.I.* Experimental study of the interaction of multifaceted and cylindrical spinky cylinder in cotton cleaner from small waste // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – Vol. 6, Issue 3, March 2019. P.8376...8381.

8. *Tashpulatov D.S., Muradov A.J., Juraev A., Gafurov J.K., Vassiliadis S.* Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern bars on resilient supports in ginning machines // *Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 459 (2019) 012068 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/459/1/012068*.

9. *Ташпулатов Д.С., Плеханов А.Ф., Разумеев К.Э., Джураев А.* Влияние температуры сушки и влажности хлопка-сырца на очистительный эффект оборудования // *Текстильная и легкая промышленность*. – 2018, №1. С. 14...16.

10. *Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A.* Kolosnik oscillations on elastic supports with nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maternity // *European Sciences Review Scientific Journal*. – №5–6, 2018. P. 353...355.

REFERENCES

1. *Miroshnichenko G.I.* Osnovy proektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki khlopka. – M.: Mashinostroenie, 1972.

2. Patent RU №2668544. Kolosnikovaya reshetka ochistitelya voloknistogo materiala / Bitus E.I.,

Plekhanov A.F., Razumeev K.E., Dzhuraev A., Tashpulatov D.S. Byul. №28 01.10.2018. po zayavke №2017143328, 12.12.2017.

3. Patent Res. Uzб.FAP00947. Ochistitel'naya pil'chataya sektsiya khlopkoochistitel'nogo agregata / Maksudov R.Kh. i dr. 30.09.2014 g. Byul. №9.

4. *Tashpulatov D.S., Plkhanov A.F., Djuraev A.* Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the fiber material cleaner // *European Sciences Review Scientific Journal*. – № 5–6, 2018. P. 350...352.

5. *Ballaney P.L.* Theory Machines and Mechanisms // A textbook for engineering students. – Khanna publishers, 2003.

6. *Khurmi R.S., Gupta J.K.* Theory of machines // A textbook. – Eurasia publishing house, 2011.

7. *Djuraev A., Rajabov O.I.* Experimental study of the interaction of multifaceted and cylindrical spinky cylinder in cotton cleaner from small waste // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – Vol. 6, Issue 3, March 2019. P.8376...8381.

8. *Tashpulatov D.S., Muradov A.J., Juraev A., Gafurov J.K., Vassiliadis S.* Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern bars on resilient supports in ginning machines // *Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 459 (2019) 012068 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/459/1/012068*.

9. *Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Razumeev K.E., Dzhuraev A.* Vliyanie temperatury sushki i vlazhnosti khlopka-syrtsa na ochistitel'nyy effekt oborudovaniya // *Tekstil'naya i legkaya promyshlennost'*. – 2018, №1. S. 14...16.

10. *Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A.* Kolosnik oscillations on elastic supports with nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maternity // *European Sciences Review Scientific Journal*. – №5–6, 2018. P. 353...355.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

**ВЛИЯНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ
ЛОБОВОГО БРУСА И ФАРТУКА РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ
НА ПОКАЗАТЕЛИ ПИЛЬНОГО ДЖИНА
С НАБРАСЫВАЮЩИМ БАРАБАНОМ**

**EFFECT OF THE BUFFER BEAM
CURVATURE RADIUS AND THE WORKING CAMERA APRON
ON THE INDICES OF A SAW GIN WITH A THROWING DRUM**

*Д.М. МУХАММАДИЕВ, Х.А. АХМЕДОВ, Б.Х. ПРИМОВ, И.О. ЭРГАШЕВ,
Т.Д. МУХАММАДИЕВ, Л.Ю. ЖАМОЛОВА*

*D.M. MUKHAMMADIEV, KH.A. AKHMEDOV, B.KH. PRIMOV, I.O. ERGASHEV,
T.D. MUKHAMMADIEV, L.YU. ZHAMOLOVA*

**(Институт механики и сейсмостойкости сооружений
Академии наук Республики Узбекистан им. М.Т.Уразбаева)**

**(Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures
named after M.T. Urazbaev of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan)**

E-mail: davlat_mm@mail.ru

В статье приведены результаты исследования по определению влияния радиуса кривизны лобового бруса и фартука рабочей камеры на потребляемую мощность электродвигателя пильного цилиндра джина с набрасывающим барабаном и скорость вращения сырцового валика. Для нахождения рациональных радиусов кривизны лобового бруса и фартука рабочей камеры пильного джина с набрасывающим барабаном использован метод исследования с применением полного факторного эксперимента типа 2^2 и построены регрессионные уравнения.

В результате реализации оптимизации получены расстояния от центра рабочей камеры до фартука $x_1=0,1857$ м и от центра рабочей камеры до лобового бруса $x_2=0,1393$ м, при которых достигаются минимальная потребляемая мощность пильного цилиндра $y=3,88$ кВт и максимальная частота вращения сырцового валика $y_1=69,6$ мин⁻¹.

A study is conducted in the paper to determine the effect of curvature radius of the buffer beam and the working chamber apron on the power consumption of electric motor of a gin saw cylinder with a throwing drum and the rotation velocity of the raw material roll.

To find rational radii of curvature of the buffer beam and the working chamber apron of a saw gin with a throwing drum, the research method was used applying full factorial experiment of type 2^2 and the regression equations were constructed.

As a result of the optimization implementation, the distances from the center of the working chamber to the apron - $x_1 = 0.1857$ m and the distances from the center of the working chamber to the buffer beam - $x_2 = 0.1393$ m were obtained, at which the minimum power consumption of the saw cylinder was $y = 3.88$ kW and the maximum rotation velocity of the raw material roll was $y_1 = 69.6$ min⁻¹.

Ключевые слова: хлопок-сырец, пильный джин, рабочая камера, лобовой брус, фартук, волокно, потребляемая мощность, частота вращения сырцового валика.

Keywords: raw cotton, saw gin, working chamber, buffer beam, apron, fiber, power consumption, rotation velocity of the raw material roll.

Для снижения износа колосников, пильных дисков и расхода электроэнергии пильным цилиндром хлопок-сырец необходимо подавать непосредственно к пильному цилиндру (США, Китай, Индия и др.) с помощью вращающегося набрасывающего барабана [1...3].

При создании рабочей камеры пильных джинов с набрасывающим барабаном повышенной производительности необходимо определить конструктивные и режимные параметры нового джина и, прежде всего, профиля рабочей камеры. В предыдущих исследованиях были получены следующие результаты.

1. Установлены кинематика и типоразмер нижнего фартука пильного джина с использованием уравнения движения сырцового валика (радиус кривизны фартука 240 мм, частота вращения 216 мин^{-1} , угол поворота фартука относительно оси гребенки $\beta=10^\circ$), определена относительная скорость сырцового валика в зоне сброса $0,207 \text{ м/с}$, что на 40% больше, чем при угле $\beta=0^\circ$. Установлены расстояния по осям $\Delta_x=0,01734 \text{ м}$ и $\Delta_y=-0,023429 \text{ м}$, а также расстояние между центром радиуса кривизны нижнего фартука ($\varnothing 480$) и пильным цилиндром ($\varnothing 320$): $a_w=0,25217 \text{ м}$ [4].

2. В результате реализации оптимизации (поиска решения оптимизируемой модели по методу Ньютона) получены производительность пильного джина по хлопку $x_1=537,5 \text{ кг/ч}$, расстояния от вершины колосника до горизонтальной оси пильного цилиндра $x_2=68 \text{ мм}$ и положения гребенки $x_3=42,5 \text{ мин}^{-1}$, при которых потребляемая мощность пильного цилиндра $y_1=4,107 \text{ кВт}$, а плотность сырцового валика $y_2=288,5 \text{ кг/м}^3$ [5].

3. Проанализированы статические и динамические характеристики пильного цилиндра джина [6].

Однако для нахождения оптимального профиля рабочей камеры необходимо определить радиус кривизны лобового бруса, верхнего и нижнего фартука и центр их расположения, используя ранее найденные параметры [4...6].

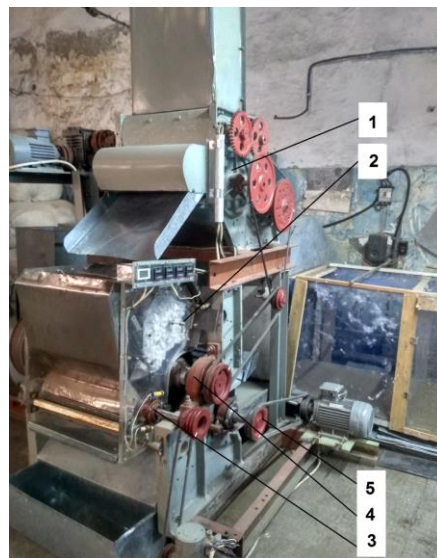


Рис. 1

На рис. 1 изображен общий вид экспериментального стенда питателя и пильного джина с набрасывающим барабаном (1 – двухбарабанный питатель; 2 – рабочая камера; 3 – набрасывающий барабан; 4 – пильный цилиндр; 5 – щеточный барабан). Для снижения износа колосников, пильных дисков и расхода электроэнергии пильным цилиндром хлопок-сырец подается непосредственно к пильному цилиндру через шелушительную камеру с помощью вращающегося набрасывающего барабана, под которым установлена колосниковая решетка.

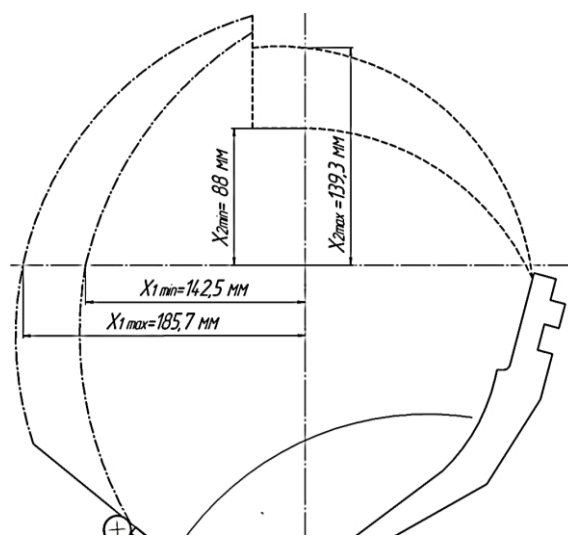


Рис. 2

На рис. 2 показан профиль рабочей камеры пильного джина с набрасывающим барабаном. Для определения радиуса кривизны лобового бруса и фартука (рис. 2) рабочей камеры пильного джина с набрасывающим барабаном проведены экспериментальные исследования с применением полного факторного эксперимента типа 2^2 в зависимости от расстояний от центра рабочей камеры до фартука (при радиусах кривизны 240 и 212,5 мм) рабочей камеры ($X_1=142,5; 185,7$ мм) и расстояний от центра рабочей камеры (при радиусе кривизны 168 мм) до лобового бруса ($X_2=88; 139,3$ мм), так как эти параметры влияют на частоту вращения сырцового валика у.

При экспериментальном исследовании использован хлопок разновидности С 6524 I-го сорта 2-го класса, 8,19% влажности и 3,68% засоренности по схеме: двухбарабан-

ный колковый питатель [7] → рабочая камера 30 - пильного джина с шелушильной камерой.

Априори установлено, что потребляемая мощность пильного цилиндра у и скорость вращения сырцового валика y_1 зависят от расстояния от центра рабочей камеры до фартука x_1 и расстояния от центра рабочей камеры до лобового бруса x_2 . При этом математическая модель изучаемого процесса может быть представлена в виде:

$$\eta(x, \beta) = \beta_0 + \beta_{1x_1} + \beta_{2x_2} + \beta_{12x_1x_2}. \quad (1)$$

Размерные и нормированные значения факторов x_1 и x_2 и их уровни варьирования приведены в табл. 1. Требуется, используя план ПФЭ 2^2 , найти оценки b коэффициентов β математической модели.

Т а б л и ц а 1

Факторы	Нижний уровень	Верхний уровень	Основной уровень z^0	Интервал варьирования Δz
x_1	142,5	185,7	164,1	21,6
x_2	88	139,3	113,65	25,65

Нормированные значения факторов x_i связаны с размерными X_i соотношениями:

$$x_1 = (X_1 - 164,1) / 21,6, \\ x_2 = (X_2 - 113,65) / 25,65.$$

Матрица базисных функций по плану ПФЭ 2^2 и результаты эксперимента приведены в табл. 2. Результаты наблюдений отклика $y_{g1}, y_{g2}, y_{g3}, y_{g4}, y_{g5}$ выражены в кВт.

Т а б л и ц а 2

g	Матрица базисных функций				Результаты эксперимента							y_g
	$f_0(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3'(x)$	y_{g1}	y_{g2}	y_{g3}	y_{g4}	y_{g5}	\bar{y}_{gn}	S^2g	
	1	x_1	x_2	x_1x_2								
1	1	-1	-1	1	5,219	5,261	5,426	5,3	5,4	5,321	0,007928	5,3212
2	1	1	-1	-1	5,012	4,897	4,912	4,954	5,006	4,956	0,002764	4,9562
3	1	-1	1	-1	4,004	3,916	4,032	4,033	3,934	3,984	0,003057	3,9838
4	1	1	1	1	3,902	3,893	3,914	3,863	3,852	3,885	0,000692	3,8848

Приведем последовательность обработки результатов эксперимента.

1. Проверяем однородность ряда выборочных дисперсий $S^2g (g = 1...4)$, для чего по формуле $G = \frac{\max S_g^2}{\sum_{i=1}^N S_g^2}$ рассчитываем выборочное значение G – критерия Кохрена. В данном случае $\sum_{i=1}^N S_g^2 = 0,0144; \max S_g^2 =$

$= 0,0079$, отсюда $G = 0,0079 / 0,0144 = 0,5489$. При $g = 0,05$, числах степеней свободы $v_1 = m - 1 = 4$ и $v_2 = N = 4$ табличное значение G -критерия $G_{1-g}(v_1=4, v_2=4) = 0,6287$ [8].

Поскольку выполняется неравенство $G = 0,5489 < G_{1-g}(v_1=4, v_2=4) = 0,6287$, можно считать, что гипотеза о воспроизводимости эксперимента не противоречит результатам наблюдений отклика. Рассчитываем по формуле $S^2 = S^2 \{y\} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_g^2$ оценку $S^2 \{y\}$ дис-

персии воспроизводимости. В данном случае выборочная дисперсия $S^2\{y\}=0,00361$ с числом степеней свободы $v=N(m-1)=4\cdot 4=16$.

2. Вычисляем оценки коэффициентов математической модели. По формуле

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(x_{ig}) \bar{y}_{ig} \text{ определяем следующее:}$$

$$\begin{aligned} b_0 &= (y_1 + y_2 + y_3 + y_4) / 4 = (5,321 + 4,956 + 3,984 + 3,885) / 4 = 4,536, \\ b_1 &= (-y_1 + y_2 - y_3 + y_4) / 4 = (-5,321 + 4,956 - 3,984 + 3,885) / 4 = -0,116, \\ b_2 &= (-y_1 - y_2 + y_3 + y_4) / 4 = (-5,321 - 4,956 + 3,984 + 3,885) / 4 = -0,602, \\ b_{12} &= (y_1 - y_2 - y_3 + y_4) / 4 = (5,321 - 4,956 - 3,984 + 3,885) / 4 = 0,066. \end{aligned}$$

3. Значение выборочной дисперсии оценок коэффициентов регрессии рассчитываем по формуле $S^2\{b_j\} = \frac{S^2\{y\}}{mN}$:

$$\begin{aligned} S^2\{b_0\} &= S^2\{b_1\} = S^2\{b_2\} = S^2\{b_{12}\} = \\ &= S^2\{y\} / m \cdot N = 0,00361 / (4 \cdot 5) = 0,00018. \end{aligned}$$

Тогда среднее квадратичное отклонение $S\{b_0\} = S\{b_1\} = S\{b_2\} = S\{b_{12}\} = 0,0134$. Из [8] находим для $q=0,05$ и $v=16$ $t_{1-q/2}(v=16) = 2,119$. Вычисляем $t_{1-q/2}(v=16)S\{b_j\} = 2,119 \cdot 0,0134 =$

$= 0,0285$. Оценки коэффициентов, абсолютные величины которых равны доверительному интервалу или больше его, следует признать статически значимыми. В данном случае оценки b_0, b_1, b_2, b_{12} статически значимы, так как выполняется неравенство $|b_j| \geq t_{1-\frac{q}{2}}(v = N(m-1))S\{b_j\}$. Доверительный

интервал для любого коэффициента β_j устанавливается в отдельности. Находим доверительные интервалы для коэффициентов $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_{12}$:

$$\begin{aligned} 4,508 &= (4,536 - 0,028) \leq \beta_0 \leq (4,536 + 0,028) = 4,565, \\ -0,144 &= (-0,116 - 0,028) \leq \beta_1 \leq (-0,116 + 0,028) = -0,088, \\ -0,631 &= (-0,602 - 0,028) \leq \beta_2 \leq (-0,602 + 0,028) = -0,574, \\ 0,038 &= (0,066 - 0,028) \leq \beta_{12} \leq (0,066 + 0,028) = 0,095. \end{aligned}$$

4. Построение математической модели,

согласно формуле (1), представим в виде:

$$y(x, b) = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 = 4,536 - 0,116 x_1 - 0,602 x_2 + 0,066 x_1 x_2. \quad (2)$$

В такой же последовательности определяем изменения скорости сырцового валика u_1 от X_1 и X_2 .

Матрица базисных функций по плану ПФЭ 2^2 и результаты эксперимента приве-

дены в табл. 3. Результаты наблюдений отклика $y_{g1}, y_{g2}, y_{g3}, y_{g4}, y_{g5}$ выражены в мин^{-1} .

Т а б л и ц а 3

g	Матрица базисных функций				Результаты эксперимента							Yg
	$f_0(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	Yg1	Yg2	Yg3	Yg4	Yg5	\bar{y}_{gn}	S ² g	
	1	x_1	x_2	$x_1 x_2$								
1	1	-1	-1	1	32	30	37	38	31	33,6	13,3	33,6
2	1	1	-1	-1	49	47	46	50	48	48	2,5	48,0
3	1	-1	1	-1	61	61	58	60	59	59,8	1,7	59,8
4	1	1	1	1	68	67	72	69	72	69,6	5,3	69,6

В такой же последовательности проведена обработка результатов эксперимента

для скорости сырцового валика u_1 и установлено следующее:

- гипотеза о воспроизводимости эксперимента не противоречит результатам наблюдений отклика;
- вычисленные коэффициенты математической модели и величины их доверительных интервалов статически значимы;
- построена оценка математической модели:

$$y(x,b)=52,75+6,05x_1+11,95x_2-1,15x_1x_2. (3)$$

Нахождение рациональных параметров лобового бруса и фартука проведено с использованием уравнений регрессии (2) и (3) и метода Гаусса-Зайделя [8] по критерию минимума потребляемой мощности электродвигателя пыльного цилиндра.

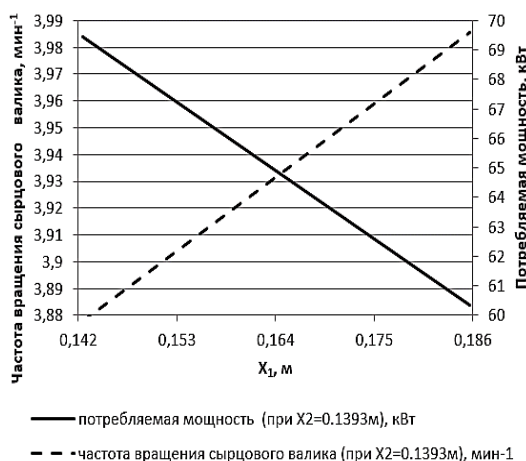


Рис. 3

На рис. 3 приведено изменение потребляемой мощности электродвигателя пыльного цилиндра и частоты вращения сыркового валика в зависимости от расстояний X_1 и X_2 . Исследован профиль рабочей камеры (рис. 3) путем изменения расстояний X_1 и X_2 , влияющих на потребляемую мощность электродвигателя пыльного цилиндра и частоту вращения сыркового валика (радиус лобового бруса 168 мм, радиус фартука 240 и 212,5 мм).

Установлена минимальная потребляемая мощность электродвигателя (3,88 кВт) и максимальная частота вращения сыркового валика (69,6 мин⁻¹), достигаемые при расстояниях $X_1=0,1857$ м и $X_2=0,1393$ м.

ВЫВОДЫ

Таким образом, для достижения минимального расхода электроэнергии асинхронным двигателем пыльного цилиндра 3,88 кВт и максимальной частоты вращения сыркового валика 69,6 мин⁻¹ в процессе джинирования хлопка-сырца расстояния от центра рабочей камеры до фартука и до лобового бруса должны составлять соответственно 0,1857 и 0,1393 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hughs E., Holt G. and Rutherford R. Saw Gin Stands. Engineering and Ginning // The Journal of Cotton Science. – 2017, №21. P. 60...69.
2. Шандуньская акционерная компания с ограниченной ответственностью "ЛЕБЕДЬ". <http://www.sdmj.com.cn>.
3. Частная экспортирующая компания с ограниченной ответственностью "Nipha". <http://www.nipha-india.com/sawgin-feeder.php>.
4. Мухаммадиев Д.М., Примов Б.Х., Камалов С.Н. Исследование движения сыркового валика по поверхности нижнего фартука пыльного джина // Узбекский журнал "Проблемы механики". – 2018, №3. С. 47...51.
5. Мухаммадиев Д.М., Кулиев Т.М., Примов Б.Х. Экспериментальное исследование потребляемой мощности электродвигателя пыльного джина с шелушильной камерой // Узбекский журнал "Проблемы механики". – 2019, №1. С. 32...38.
6. Mukhammadiev D.M., Rakhmatkariev Sh.U., Arifdzhanov F.Z. Analysis of static and dynamic characteristics of a saw cylinder of a gin // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – Vol. 38, № 2, 2009. P.120...123. <https://doi.org/10.3103/S1052618809020034>.
7. Мухаммадиев Д.М. Исследование математической модели машинного агрегата двухбарабанного питателя // Изв. вузов. Технологии текстильной промышленности. – 2008, №4С. С. 115...118.
8. Аугамбаев М., Иванов А.З., Терехов Ю.Т. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента. – Узбекистан, Ташкент: Ўқитувчи, 1993.

REFERENCES

1. Hughs E., Holt G. and Rutherford R. Saw Gin Stands. Engineering and Ginning // The Journal of Cotton Science. – 2017, №21. P. 60...69.
2. Shandun'skaya aktsionernaya kompaniya s ogranichennoy otvetstvennost'yu "LEBED'". <http://www.sdmj.com.cn>.
3. Chastnaya eksportiruyushchaya kompaniya s ogranichennoy otvetstvennost'yu "Nipha". <http://www.nipha-india.com/sawgin-feeder.php>.

4. Mukhammadiev D.M., Primov B.Kh., Kamalov S.N. Issledovanie dvizheniya syrtoovogo valika po poverkhnosti nizhnego fartuka pil'nogo dzhina // Uzbekskiy zhurnal "Problemy mekhaniki". – 2018, №3. S. 47...51.

5. Mukhammadiev D.M., Kuliev T.M., Primov B.Kh. Eksperimental'noe issledovanie potrebyaemoy moshchnosti elektrodvigatelya pil'nogo dzhina s shelushil'noy kameroy // Uzbekskiy zhurnal "Problemy mekhaniki". – 2019, №1. S. 32...38.

6. Mukhammadiev D.M., Rakhmatkariev Sh.U., Arifdzhanov F.Z. Analysis of static and dynamic characteristics of a saw cylinder of a gin // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – Vol. 38, № 2, 2009. P.120...123. <https://doi.org/10.3103/S1052618809020034>.

7. Mukhammadiev D.M. Issledovanie matematicheskoy modeli mashinnogo agregata dvukhbarabannogo pitatelya // Izv. vuzov. Tekhnologii tekstil'noy promyshlennosti. – 2008, №4S. S. 115...118.

8. Augambaev M., Ivanov A.Z., Terekhov Yu.T. Osnovy planirovaniya nauchno-issledovatel'skogo eksperimenta. – Uzbekistan, Tashkent: Ўқитувчи, 1993.

Рекомендована семинаром лаборатории "Теории механизмов и машин". Поступила 04.10.19.

УДК 677.051

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПИЛЬЧАТОЙ СЕКЦИИ ОЧИСТИТЕЛЯ ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS AND MODES OF MOTION OF THE WORKING BODIES OF THE FILM SECTION OF THE CLEANER OF FIBER MATERIAL

А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Д.С. ТАШПУЛАТОВ, И.М. ДЖУРИНСКАЯ, А. ДЖУРАЕВ, Ш. ШУХРАТОВ
A.F. PLEKHANOV, D.S. TASHPULATOV, I.M. JURINSKAYA, A. DJURAEV, SH. SHUHRATOV

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности Республика Узбекистан, Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan, Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

Email: mda4580@inbox.ru, indi_06.79@mail.ru

В статье рассматриваются особенности очистительных машин для очистки волокнистых материалов. Представлены результаты теоретических исследований по определению законов движения и рекомендуемым параметрам рабочих органов очистительной машины. Приведены результаты сравнительных производственных испытаний очистителя волокнистого материала от крупного сора. Обоснованы параметры и режимы работы рабочих органов очистителя волокнистого материала, в частности хлопка.

The article discusses the features of cleaning machines for cleaning fibrous materials. The results of theoretical studies to determine the laws of motion and the recommended parameters of the working bodies of the cleaning machine are presented. The results of comparative production tests of a cleaner of fibrous material from large litter are presented. The parameters and operating modes of the working bodies of the fibrous material cleaner, in particular cotton are justified.

Ключевые слова: волокнистый материал, очиститель, крупный сор, пильчатый барабан, шнек, угловая скорость, неравномерность, колосник.

Keywords: fibrous material, cleaner, coarse litter, source, saw-tooth roller, screw, angular velocity, unevenness, cleaning bars.

Очистка волокнистых материалов производится в специальных машинах [1], [2]. При этом различают волоконоочистительные машины мелкого и крупного сора [3]. Основными элементами зоны очистки волокнистого материала от мелкого сора является колковый барабан и сетчатая поверхность под ним, а в зоне очистки волокнистого материала от крупного сора основными рабочими органами являются пильчатый цилиндр и прутковые колосники под ним [3], [4].

Основными недостатками очистителей волокнистых материалов являются низкий эффект очистки, а также большой процент поврежденности волокна. Причина заключается в несовершенстве конструкции пиль-

ного цилиндра и колосниковой решетки. При этом следует отметить, что до настоящего времени не обоснованы кинематические и динамические параметры рабочих органов, а также механизмов привода на основе глубоких теоретических исследований.

Анализ динамики машинного агрегата пильчатой секции очистительной машины проведен с использованием уравнений Лагранжа II рода. Была получена система дифференциальных уравнений, описывающих динамику движения ротора электродвигателя, пильчатых барабанов и шнека с учетом механической характеристики электропривода [4...6]:

$$\frac{1}{2\omega_c M_k} - \frac{dM_g}{dt} + \frac{S_k}{2M_k} M_g = \frac{\omega_0 - \frac{d\varphi_g}{dt}}{\omega_0}, \quad (1)$$

$$I_{21}\dot{\varphi}_{21} = M_{g1} - C_{21}(\varphi_{21} - U_{12}\varphi_{22}) - b_{21}(\dot{\varphi}_{21} - U_{12}\dot{\varphi}_{22}),$$

$$I_{22}\dot{\varphi}_{22} = U_{12}C_{21}(\varphi_{21} - U_{12}\varphi_{22}) + U_{12}b_{21}(\dot{\varphi}_{21} - U_{12}\dot{\varphi}_{22}) - C_{22}U_{23}(\varphi_{22} - U_{23}\varphi_{23}) - C_{23}U_{24}(\varphi_{22} - U_{24}\varphi_{24}) - b_{22}U_{23}(\dot{\varphi}_{22} - U_{23}\dot{\varphi}_{23}) - b_{23}U_{24}(\dot{\varphi}_{22} - U_{24}\dot{\varphi}_{24}) - M_{c2}, \quad (2)$$

$$I_{23}\dot{\varphi}_{23} = U_{23}C_{22}(\varphi_{22} - U_{23}\varphi_{23}) - U_{23}b_{22}(\dot{\varphi}_{22} - U_{23}\dot{\varphi}_{23}) - M_{c3},$$

$$I_{24}\dot{\varphi}_{24} = U_{24}C_{23}(\varphi_{22} - U_{24}\varphi_{24}) + b_{23}U_{24}(\dot{\varphi}_{22} - U_{24}\dot{\varphi}_{24}) - M_{c4},$$

где M_g – движущий момент; S_k , M_k – критические значения скольжения и момента двигателя; ω_0 – угловая частота идеального холостого хода; ω_c – угловая частота сети [7]; I_{21} , I_{22} , I_{23} , I_{24} – моменты инерции ротора двигателя, пильчатых барабанов и шнека; C_{21} , C_{22} , C_{23} – коэффициенты круговых жесткостей ременных передач; U_{23} , U_{24} – передаточные отношения соответствующих ременных передач машинных агрегатов очистителя УХК для зоны крупной очистки; b_{21} , b_{22} , b_{23} – коэффициенты диссипации соответствующих ременных передач очистителя хлопка УХК.

Численное решение произведено при: $N=4,5$ кВт; $n=945$ об/мин; $\dot{\varphi}_g=98,9$ с⁻¹; $\dot{\varphi}_{22} =$

$= \dot{\varphi}_{23}=31,4$ с⁻¹; $\dot{\varphi}_{24}=13,6$ с⁻¹; $P_p=(4,0...6,0)$ т/ч; $C_{21}=(600...700)$ Нм/рад; $C_{22}=(550...650)$ Нм/рад; $C_{23}=(450...550)$ Нм/рад; $b_{21}=(10...12)$ Нмс/рад; $b_{22}=(8,0...10,5)$ Нмс/рад; $b_{23}=(8,0...9,0)$ Нмс/рад; $U_{12}=3,15$; $U_{23}=1,0$; $U_{24}=2,3$; $J_{21}=0,0027$ кгм²; $J_{22}=0,12$ кгм²; $J_{23}=0,093$ кгм²; $J_{24}=0,24$ кгм².

На рис. 1 (закономерности изменения угловых скоростей валов двигателя, пильчатых барабанов и шнека, а также крутящего момента на валу двигателя) представлены полученные закономерности изменения M_g , $\dot{\varphi}_{21}$, $\dot{\varphi}_{22}$, $\dot{\varphi}_{23}$, $\dot{\varphi}_{24}$ при производительности очистителя 4,0 т/ч (а) и 6,0 т/ч (б). Анализ закономерностей вращающихся валов машинного агрегата показывает, что система выходит на установившийся режим за 0,051 с при $P_p=4,0$ т/ч и за 0,079 с – при $P_p=6,0$ т/ч.

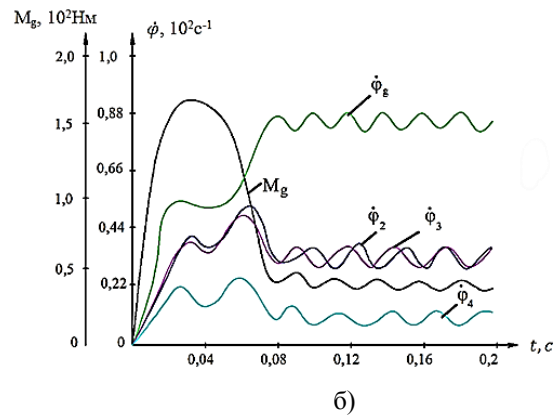
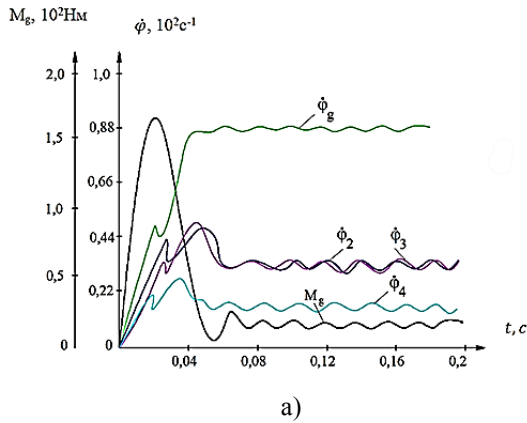


Рис. 1

Важным является определение частоты и амплитуды колебаний угловых скоростей, особенно пыльчатых барабанов и ротора электродвигателя. Следует отметить, что колебания угловых скоростей пыльчатых барабанов в основном зависят от следующих параметров: изменения технологической нагрузки от очищаемого хлопка-сырца; моментов инерции пыльчатых барабанов; упругодиссипативных свойств упругих передач в машинном агрегате.

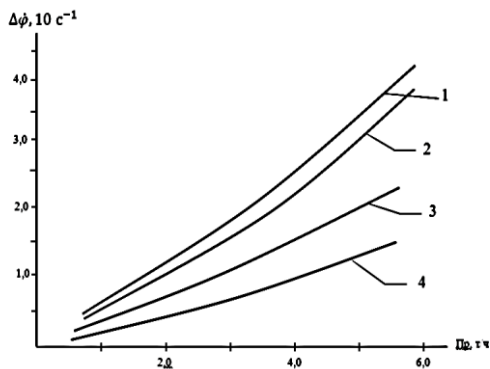


Рис. 2

На основе обработки полученных закономерностей изменения угловых скоростей и нагруженности электродвигателя были построены графические зависимости изменения размаха колебаний угловых скоростей пыльчатых барабанов, шнека к ротору электродвигателя от увеличения производительности машины (1 – $\Delta\phi_{22} = f(P_p)$; 2 – $\Delta\phi_{23} = f(P_p)$; 3 – $\Delta\phi_{21} = f(P_p)$; 4 – $\Delta\phi_{24} = f(P_p)$). Полученные зависимости имеют нелинейный характер. Так, при изменении

производительности от 1,0 до 6,0 т/ч размах колебаний верхнего пыльчатого барабана увеличивается от 3,6 до 38,7 c^{-1} по нелинейной закономерности. Эти колебания в основном возникают от периодически изменяющейся составляющей технологической нагрузки, которая получена в результате экспериментальных исследований [8]. При этом размах колебаний угловой скорости нижнего пыльчатого барабана будет значительно меньше, чем в верхнем барабане. Увеличение $\Delta\phi_{23}$ происходит от 2,7 до 33,2 c^{-1} . Это объясняется тем, что основная нагрузка по разрыхлению и очистке хлопка происходит в основном в зоне очистки верхней пыльчато-колосниковой системы. При этом изменение нагрузки на нижний пыльчатый барабан будет более равномерным. Поэтому размах колебаний данного пыльчатого барабана будет меньше на (5,0...8,0) c^{-1} , чем в верхнем пыльчатом барабане. Изменение $\Delta\phi_{24}$ будет наименьшим (2,1...13,5) c^{-1} . Это объясняется относительно низкой технологической нагрузкой, а также большим значением момента инерции $J_{24} = 0,24$ кгм² шнека. Самым скоростным является ротор электродвигателя, а все рабочие органы получают вращательное движение от него.

Поэтому в двигателе не действует технологическая нагрузка, на изменение $\Delta\phi_{21}$ влияют изменения угловых скоростей пыльчатых барабанов и шнека через ременные передачи, размах колебаний угловой скорости ротора двигателя доходит до 21,5 c^{-1} .

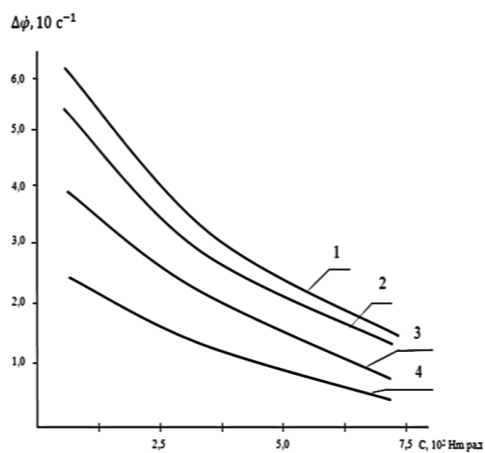


Рис. 3

С учетом результатов экспериментов [9...11] наиболее приемлемыми значениями являются: $\Delta\dot{\phi}_{21} = (18...20)c^{-1}$; $\Delta\dot{\phi}_{22} = (26...30)c^{-1}$; $\Delta\dot{\phi}_{23} = (20...23)c^{-1}$; $\Delta\dot{\phi}_{24} = (8,0...10)c^{-1}$, которые обеспечиваются при $P_p \leq 6,0$ т/ч. Увеличение коэффициентов жесткостей ременных передач приводит к уменьшению размаха угловых скоростей валов по нелинейной закономерности (рис. 3 – зависимости изменения размаха колебаний угловых скоростей валов двигателя, пыльчатых барабанов и шнека от изменения коэффициентов круговых жесткостей упругих передач: 1 – $\Delta\dot{\phi}_{22} = f(C_{21})$; 2 – $\Delta\dot{\phi}_{23} = f(C_{22})$; 3 – $\Delta\dot{\phi}_{21} = f(C_{21})$; 4 – $\Delta\dot{\phi}_{24} = f(C_{23})$; при $P_p = 6,0$ т/ч).

Так, увеличение C_2 от 110 до 745 Нм/рад приводит к уменьшению $\Delta\dot{\phi}_{22}$ от $52,0 c^{-1}$ до $19 c^{-1}$. Размах угловой скорости шнека снижается $18,5 c^{-1}$ до $4,6 c^{-1}$ при увеличении коэффициента круговой жесткости C_{23} ременной передачи, приводящей шнек в движение [9], [10].

При этом размах колебаний ротора двигателя снижается от $26,4 c^{-1}$ до $9,7 c^{-1}$ при увеличении круговой жесткости ремня C_{23} . Для обеспечения необходимых равномерностей угловых скоростей пыльчатых барабанов, шнека и ротора двигателя рекомендуемыми значениями являются: $C_{21} = (600...620)$ Нм/рад; $C_{22} = (480...500)$ Нм/рад; $C_{23} = (400...420)$ Нм/рад. Для соответствующих значений коэффициентов жесткостей рекомендуется использование ремней типа "В" с соответствующими значениями: $b_{21} = (9,0...10,0)$ Нмс/рад;

$b_{22} = (8,5...9,0)$ Нмс/рад; $b_{23} = (10,0...11,0)$ Нмс/рад. Для обеспечения необходимых значений коэффициентов неравномерностей пыльчатых барабанов, шнека и ротора электродвигателя рекомендуемыми значениями моментов инерции машинного агрегата являются: $J_{21} = (0,002...0,0095)$ кгм²; $J_{22} = (0,12...0,14)$ кгм²; $J_{23} = (0,09...0,1)$ кгм²; $J_{24} = (0,22...0,25)$ кгм².

ВЫВОДЫ

На основе рекомендованных параметров рабочих органов пыльчатой секции очистителя волокнистого материала был изготовлен опытный образец машины. Проведены производственные испытания. При проведении испытаний рекомендуемая конструкция пыльчатой секции очистительного агрегата УХК показала высокую надежность и стабильность работы. Результаты испытаний показали, что очистительный эффект по сравнению с существующей конструкцией увеличивается в среднем на 16,14%, механическая поврежденность семян уменьшается на 1,46%, процент свободных волокон в хлопке-сырце уменьшается в 2,0 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1972.
2. Зикрийев Э.З. Первичная обработка хлопка-сырца. – Ташкент: "Мехнат", 1999. С 258...269.
3. Джурев А., Муродов О. Совершенствование конструкций и методы работы параметров пластмассовых колосников на резиновых опорах очистителей хлопка от крупного сора. – Ташкент: Изд-во "Фанватехнология", 2018.
4. Tashpulatov D.S., Muradov A.J., Juraev A., Gafurov J.K., Vassiliadis S. Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern bars on resilient supports in ginning machines // Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 459 (2019) 012068 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/459/1/012068.
5. Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A. Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the fiber material cleaner // European Sciences Review Scientific Journal. – № 5-6, 2018. P. 350...352.
6. Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A. Kolosnik oscillations on elastic supportswith nonlinear

rigidity with random resistance from cotton-raw maturity // European Sciences Review Scientific Journal. – № 5–6, 2018. P. 353...355.

7. Пинчук И.С. Переходные процессы в асинхронных двигателях при периодической нагрузке // Электричество. – М., 1957, № 9. С. 27...30.

8. Djuraev A., Maksudov R.X., Shukhratov Sh., Tashpulatov D.S. Improvement in design and methods of calculation the characteristics of vibrant diamond bars of cotton cleaners // International journal of advanced research in science, engineering and technology. – India. Vol.5, 2018, Issue11. P.397...401.

9. Джуряев А., Ташпулатов Д.С., Элмонов С.М., Плеханов А.Ф., Жилисбаева Р.О. Эффективная технология очистителя натурального волокна от примесей на упругих опорах и обоснование параметров колосника // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №6. С. 70...75.

10. Максудов Р.Х., Шухратов Ш.Ш., Журяев А.Ж. Эффективность использования новой пильчатой секции хлопкоочистительного агрегата // Сб. научн. тр. 4-й Междунар. науч.-практ. конф.: Современное в науке и технике. – Курск, 2014. С.425...426.

REFERENCES

1. Mirosnichenko G.I. Osnovy proektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki khlopka. – М.: Mashinostroenie, 1972.

2. Zikriev E.Z. Pervichnaya obrabotka khlopka-syrtsa. – Tashkent: "Mekhnat", 1999. S 258...269.

3. Dzhuraev A., Murodov O. Sovershenstvovanie konstruksiy i metody raboty parametrov plastmassovykh kolosnikov na rezinovykh oporakh ochistiteley khlopka ot krupnogo sora. – Tashkent: Izd-vo "Fanvatekhnologiya", 2018.

4. Tashpulatov D.S., Muradov A.J., Juraev A., Gafurov J.K., Vassiliadis S. Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern

bars on resilient supports in ginning machines // Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 459 (2019) 012068 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/459/1/012068.

5. Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A. Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastinc supports of the fiber material cleaner // European Sciences Review Scientific Journal. – № 5-6, 2018. P. 350...352.

6. Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Djuraev A. Kolosnik oscillations on elastic supportswith nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maturity // European Sciences Review Scientific Journal. – № 5–6, 2018. P. 353...355.

7. Pinchuk I.S. Perekhodnye protsessy v asinkhronnykh dvigatelyakh pri periodicheskoy nagruzke // Elektrichestvo. – М., 1957, № 9. С. 27...30.

8. Djuraev A., Maksudov R.X., Shukhratov Sh., Tashpulatov D.S. Improvement in design and methods of calculation the characteristics of vibrant diamond bars of cotton cleaners // International journal of advanced research in science, engineering and technology. – India. Vol.5, 2018, Issue11. R.397...401.

9. Dzhuraev A., Tashpulatov D.S., Elmonov S.M., Plekhanov A.F., Zhilisbaeva R.O. Effektivnaya tekhnologiya ochistitelya natural'nogo volokna ot primesey na uprugikh oporakh i obosnovanie parametrov kolosnika // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, №6. С. 70...75.

10. Maksudov R.Kh., Shukhratov Sh.Sh., Zhuraev A.Zh. Effektivnost' ispol'zovaniya novoy pil'chatoy seksii khlopkoochistitel'nogo agregata // Sb. nauchn. tr. 4-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Sovremennoe v nauke i tekhnike. – Kursk, 2014. S.425...426.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

УДК 677.021.17

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОГО СМЕСОВОГО СОСТАВА
НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПОВРЕЖДЕННОСТЬ И ДЛИНУ ВОЛОКНА
ПО ПЕРЕХОДАМ ПРЯДИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**INFLUENCE OF DIFFERENT MIXTURE STRUCTURE
ON MECHANICAL DAMAGE AND FIBER LENGTH
ON TRANSITIONS OF SPINNING PROCESSES**

*Д.Э. КАЗАКОВА, К.Ж. ЖУМАНИЯЗОВ, Т.А. ОЧИЛОВ,
Д.С. ТАШПУЛАТОВ, А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Н.А. КОРОЛЕВА*

*D.E. KAZAKOVA, K.Z. ZHUMANIYAZOV, T.A. OCHILOV,
D.S. TASHPULATOV, A.F. PLEKHANOV, N.A. KOROLEVA*

(Джизакский политехнический институт,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Jizzakh Polytechnic Institute,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: ssht61@mail.ru; vonahelp@mail.ru

В статье представлены результаты исследовательской работы, проведенной на предприятиях "SERKICHI TASHTEXTILE" и "SHOVOT TEXTILE", где на современном оборудовании были проведены исследования по определению механической поврежденности и изменению длины волокна по переходам прядильных процессов для пряж различного смесового состава: из смеси хлопковых волокон 4-I – 30%, 5-I – 70%; 4-II – 60%, 5-I – 40% и 4-I – 60%, 4-II – 40%. На основании проведенных исследований было выявлено, что при различных смесовых составах штапельная массодлина волокон после процесса прядения уменьшается с 4,2 до 2,9%, квадратическая неровнота по длине повышается с 11,4 до 19,4%.

The article presents the results of the research work that was carried out at the joint ventures "SERKICHI TASHTEXTILE" and "SHOVOT TEXTILE". For this purpose, with the help of modern equipment, mechanical damage and fiber length were investigated by transitions of spinning processes of the yarns of various mixed composition, that is, from a mixture of cotton fibers of the following ratios 4-I – 30%, 5-I – 70%; 4-II – 60%, 5-I – 40% and 4-I – 60%, 4-II – 40%. On the basis of the conducted studies, it was found that with various blend compositions, the staple mass-length of the fibers after the spinning process decreases from 4.2 to 2.9%, the quadratic unevenness in length increases from 11.4 to 19.4%.

Ключевые слова: механическая поврежденность волокон, модалная массодлина, штапельная массодлина.

Keywords: mechanical damage to the fibers, modal mass-length, staple mass-length.

Начиная с процесса сбора хлопка-сырца до выработки готовой продукции, хлопковые волокна постоянно подвергаются различного рода механическим воздействиям рабочих органов машин, приводящих к повреждениям хлопкового волокна [1...5]. Вместе с тем, во время роста хлопчатника и развития хлопка-сырца под влиянием влажности, давления воздуха, хранения при различных условиях в бунтах волокно подвергается биологическому повреждению. Увеличение степени механической и биологической поврежденности волокон приводит к уменьшению прочности и длины волокон, увеличению содержания сорных примесей, узелков, коротких волокон и, следовательно, отрицательно сказывается на качественных показателях вырабатываемой из них пряжи. Увеличение биологической поврежденности хлопковых волокон влияет на строение волокон, что первоначально приводит к уменьшению их прочности. Механическое воздействие рабочих органов технологического оборудования усиливает поврежденность волокон. Чем больше волокно подвергается механическому воздействию рабочих органов машин, тем больше к окончанию технологического процесса волокно теряет свои первоначальные свойства. Поэтому процесс воздействия рабочих органов машин на каждом технологическом переходе должен осуществляться в оптимальном технологическом режиме [6], [7].

Во время первичной обработки хлопка-сырца и последующего прядильного производства повреждения волокна определяются визуально, органолептическими и инструментальными методами, также имеются невидимые механические повреждения. Если механическая поврежденность хлопкового волокна определена, то она может быть устранена в процессе технологического производства. В тех случаях, если механическая поврежденность волокна не обнаружена, она проявляется при последующих

технологических переходах, таких как прядение, перемотка, снование, шлихтование, ткачество, или в трикотажном производстве. В любом случае механическая поврежденность волокон проявляется и негативно влияет на качественные показатели вырабатываемой продукции.

При микроскопическом рентгенографическом анализе поврежденности хлопкового волокна ранее было определено, что при механической поврежденности на хлопковом волокне образуются тонкие штрихи, а также грубые трещины – пересечки.

Образование на поверхности волокна пересечек является причиной снижения качества и, в первую очередь, – прочности хлопкового волокна. Например, при неравномерном распределении напряженности при нагрузке растяжения на поверхности волокна образуются трещины, волокно в этом месте разрывается. В местах скручивания волокно бывает ломким. Нами было проведено микрофотографирование волокна во время его разрыва. В результате проведенных исследований установлено, что причиной обрывности волокон в процессе первичной обработки хлопка является наличие механических воздействий, ведущих к повреждению поверхности волокон, вызванных повреждением стенок волокон.

Для определения уровня корреляции между зрелостью волокон и степенью механического воздействия рабочих органов нами были проведены исследования, в результате которых определялась степень механических повреждений по переходам прядильного производства следующих вариантов смесовых составов хлопка селекционных сортов: 4-I – 30%, 5-I – 70%; 4-II – 60%, 5-I – 40% и 4-I – 60%, 4-II – 40%.

Результаты исследований механической поврежденности волокон, выявленные под микроскопом, в зависимости от смесового состава на волокон по переходам прядильного процесса, приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Смесовой состав	Переход прядильного процесса			
		кипа	лента	ровница	пряжа
1.	4-I – 30%, 5-I – 70%	16	38	43	54
2.	4-II – 60%, 5-I – 40%	18	34	39	51
3.	4-I – 60%, 4-II – 40%	14	29	36	47

Если сравнить результаты механической поврежденности волокон смесового состава 4-I – 30%, 5-I – 70% относительно 4-II – 60%, 5-I – 40%, после процессов рыхления и очистки механическая поврежденность повышается на 11,1%, после процесса чесания механическая поврежденность повышается на 10,5%, после ровничного процесса – на 9,3%, после прядильного процесса на 5,6% уменьшается, при смесовом составе 4-I – 60%, 4-II – 40% после процесса трепания механическая поврежденность повышается на 12,5%, после процесса чесания – 23,7%, после ровничного процесса – на 16,3%, после прядильного процесса на 13,0% уменьшается. Из анализа полученных результатов испытаний видно, что по переходам прядильного процесса у волокон из смесового состава 4-I – 30%, 5-I – 70% механическая поврежденность выше, чем у волокон из других смесовых составов.

Было определено, что показатель механической поврежденности волокон возрастает после процессов чесания и прядения. Следовательно, в результате увеличения механической поврежденности волокон качественные показатели вырабатываемых из них нитей ухудшаются.

Из ряда проведенных ранее исследований [1], [2], [4], [5] известно, что увеличение длины хлопкового волокна на 1 мм приведет к повышению прочности пряжи, полученной из этих волокон на 3..4%. Особенно длина волокна имеет большое значение для средневолокнистого хлопка. Поэтому сохранение изначальной длины во время производственных процессов приобретает большое технологическое и экономическое значение. Иначе – уменьшение длины волокна во время первичной обработки или в процессе прядения на 1 мм приводит к снижению прядильной способности волокна.

Кроме того, были проведены исследования по изучению изменения штапельной массодлины волокон в процессе прядения. Для этого в процессе выработки пряжи были отобраны образцы волокна из различных сортровок и определенные варианты штапельной массодлины сопоставлены с первоначальным вариантом образца. Испытания проводили на приборах МШУ-1 и МПРШ-1 по стандартной методике. Результаты влияния разного смесового состава на длину волокна в процессе прядения приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование показателя	Смесовой состав, %					
		4-I – 30%, 5-I – 70%		4-II – 60%, 5-I – 40%		4-I – 60%, 4-II – 40%	
		прессованное волокно	после прядения	прессованное волокно	после прядения	прессованное волокно	после прядения
1	Модальная массодлина, мм	29,0	28,1	30,6	29,9	29,2	28,8
2	Штапельная массодлина, мм	32,6	31,4	32,5	31,8	32,5	31,9
3	Средняя массодлина, мм	23,5	22,8	26,2	25,1	24,6	23,9
4	Квадратическая неровнота по длине, %	22,5	27,2	21,6	26,8	22,5	25,4

При анализе изменения длины волокон и квадратического отклонения по длине при смесовом составе 4-I – 30%, 5-I – 70% установлено, что штапельная массодлина волокон после процесса прядения уменьшается на 3,7%, то есть длина волокон уменьша-

ется на 0,8 мм, квадратическая неровнота по длине на 17,3% повышается, при смесовом составе 4-II – 60%, 5-I – 40% штапельная массодлина волокон после процесса прядения на 4,2% уменьшается, то есть снижается на 1,1 мм, квадратическая неровнота

по длине на 19,4% увеличивается, при смесовом составе 4-I – 60%, 4-II – 40% штапельная массодлина волокон после процесса прядения на 2,9% уменьшается, то есть 0,7 мм уменьшается, квадратическая неровнота по длине на 11,4% повышается. Из результатов испытаний видно, что при смесовом составе 4-II – 60%, 5-I – 40% длина волокон значительно уменьшается относительно волокон других смесовых составов.

Для выработки качественной продукции на прядильных предприятиях необходимо правильно выбрать рабочую сортировку. Помимо этого количество пороков и сорных примесей в составе хлопковых волокон играет также значительную роль. Например, большое содержание количества пороков и сорных примесей отрицательно влияет на качественные показатели вырабатываемых из них пряж.

Чем выше уровень обрывности пряжи в процессе ее формирования, тем выше показатель неравномерности пряжи. В результате повышения обрывности пряжи повышается занятость рабочих, а также уменьшается производительность машин.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что при различных составах волокнистой смеси штапельная массодлина волокон после процесса прядения уменьшается с 4,2 до 2,9%, квадратическая неровнота по длине волокон увеличивается с 11,4 до 19,4%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dev R. Paudela Eric F. Hequet a bNuredinAbidia Estimation of cotton fiber maturity measurements // Industrial cultures and products. – Elsevier. Vol. 45, February 2013. P. 435...441.
2. Barbu I., Sabo M., Fogorasi M.S. High quality yarn - the first condition for high-quality textiles // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 400 (6), 062004, 2018.
3. Tashpulatov D.S., Muradov A.J., Juraev A., Gafurov J.K., Vassiliadis S. Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern bars on resilient supports in ginning machines // Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 459 (2019) 012068 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/459/1/012068/

4. Tashpulatov D.S., Dzhurayev A., Plekhanov A.F., Kayumov A. The substantiation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the cleaner of fiber material // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 5, Issue 7, July 2018. P.6396...6405.

5. Таштулатов Д.С., Очиллов Т.А., Битус Е.И., Плеханов А.Ф. Изменение неравномерности продуктов и полуфабрикатов по переходам технологического процесса прядильного производства // Текстильная и легкая промышленность. – 2018, №1. С.10...11.

6. Karch N.V. Malakane P.B., Cadole P.V. Studies on Fiber Migration in the Spinning Process // Artificial Textiles in India. – 46 (4), 2018. P. 123...126.

7. Gunaydin G.K., Soydan A.S., Palamutsu S. Evaluation of the properties of cotton fiber in spinning processes of compact yarn and the study of the properties of fiber and yarn // Fibers and Textiles in Eastern Europe. – 26 (3), 2018. P. 23...34.

REFERENCES

1. Dev R. Paudela Eric F. Hequet a bNuredinAbidia Estimation of cotton fiber maturity measurements // Industrial cultures and products. – Elsevier. Vol. 45, February 2013. P. 435...441.
2. Barbu I., Sabo M., Fogorasi M.S. High quality yarn - the first condition for high-quality textiles // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 400 (6), 062004, 2018.
3. Tashpulatov D.S., Muradov A.J., Juraev A., Gafurov J.K., Vassiliadis S. Design development and parameters calculation methods of plastic diamond pattern bars on resilient supports in ginning machines // Aegean International Textile and Advanced Engineering Conference (AITAE 2018) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 459 (2019) 012068 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/459/1/012068/
4. Tashpulatov D.S., Dzhurayev A., Plekhanov A.F., Kayumov A. The substantiation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the cleaner of fiber material // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – Vol. 5, Issue 7, July 2018. P.6396...6405.
5. Tashpulatov D.S., Ochilov T.A., Bitus E.I., Plekhanov A.F. Izmenenie neravnomernosti produktov i polufabrikatov po perekhodam tekhnologicheskogo protsesssa pryadil'nogo proizvodstva // Tekstil'naya i legkaya promyshlennost'. – 2018, №1. S. 10...11.
6. Karch N.V. Malakane P.B., Cadole P.V. Studies on Fiber Migration in the Spinning Process // Artificial Textiles in India. – 46 (4), 2018. P. 123...126.
7. Gunaydin G.K., Soydan A.S., Palamutsu S. Evaluation of the properties of cotton fiber in spinning processes of compact yarn and the study of the properties of fiber and yarn // Fibers and Textiles in Eastern Europe. – 26 (3), 2018. P. 23...34.

Рекомендована кафедрой текстильных технологий РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 06.06.19.

УДК 677.024.084

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРОКЛАДЫВАНИЯ
ПОЛИАМИДНЫХ И ПОЛИЭФИРНЫХ УТОЧНЫХ НИТЕЙ
НА БЕСЧЕЛНОЧНЫХ СТАНКАХ**

**RESEARCH OF THE MODE OF MAKING OF POLYAMIDE
AND POLYESTER WEFT THREADS IN SHUTTLELESS LOOMS**

П.Е. САФОНОВ, С.С. ЮХИН

P.E. SAFONOV, S.S.YUKHIN

(*ООО "ТЕКС-ЦЕНТР",

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

(TEKS-CENTRE Ltd,

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

E-mail: info@teks-centre.ru; office@msta.ac.ru

В статье представлены результаты исследований условий процесса прокладки полиэфирных и полиамидных уточных нитей на современных ткацких станках при выработке тканей технического и специального назначения. Полученные результаты могут быть использованы для оценки напряженности протекания процесса прокладки утка на станках различной конструкции.

The paper presents the results of research of the mode of the process of making polyester and polyamide weft yarns on shuttleless looms in the development of fabrics for technical and special purposes. The results can be used to assess the intensity of the process of making weft yarns on looms of different constructions.

Ключевые слова: полиамидные и полиэфирные нити, прокладывание уточной нити, натяжение нити, станок с гибкими рапирами.

Keywords: polyamide and polyester threads, making of the weft thread, tension of the thread, loom flexible rapier.

При внедрении современных высокопроизводительных ткацких станков или при разработке нового ассортимента тканей технического и специального назначения для существующих станков актуален вопрос об оп-

ределении рациональных технологических параметров процесса ткачества.

К основным технологическим параметрам процесса ткачества относится статическое и динамическое натяжение нитей ос-

новы и утка, которое определяет напряженность протекания процесса, а также параметры строения и физико-механические свойства ткани.

При изготовлении тканей с заданными свойствами особое внимание, как правило, уделялось теоретическому и экспериментальному изучению натяжения основных нитей [1...4]. Тогда как натяжение уточных нитей при прокладывании, которое оказывает значительное влияние на строение и свойства ткани, остается малоизученным вследствие сложности его экспериментального измерения. При этом на сегодняшний день не существует четких рекомендаций по выбору натяжения уточных нитей, перерабатываемых на станках различной конструкции.

В данной работе в качестве объектов исследования были рассмотрены полиэфирные и полиамидные комплексные и текстурированные нити различной линейной плотности. Исследуемые нити используются в системе утка тканей технического и специального назначения, которые находят применение, в частности, при изготовлении полимерных композиционных материалов для ракетной и авиационной техники.



Рис. 1

Для изготовления полиэфирных и полиамидных тканей технического и специального назначения предложено использовать современные станки с гибкими рапирами. Станки марки Best Plus китайского производства являются аналогами станков Picanol OptiMax, станки оборудованы ремизоподъемной кареткой Stäubli на 16 ремизок, на станке могут быть выработаны ткани с закладной, отрезной или оплаваемой кромкой.

На рис. 1 показан станок Best Plus с максимальной заправочной шириной по берду 210 см, а на рис. 2 – используемый накопитель утка этого станка.



Рис. 2

При прокладывании утка осуществлялась запись его динамического натяжения в зависимости от угла поворота главного вала станка, за нулевое положение главного вала принято крайнее переднее положение берда. Измерения натяжения проводили с использованием современной тензометрической аппаратуры и датчиков Waweon (Vuts).

В табл. 1 представлены результаты анализа условий прокладывания уточных нитей различной природы на рапирном станке. Здесь приняты следующие обозначения: ПЭ – нить полиэфирная; ПА – нить полиамидная; компл. – комплексная нить; текстур. – текстурированная нить с извитой формой волокон.

На рис. 3 (изменение натяжения утка на рапирном станке Best Plus) представлена кривая, демонстрирующая закон нагружения утка при прокладывании, для примера рассмотрена полиэфирная нить 28,0 текс с круткой 130 кр/м. На рис. 3 отмечены характерные точки (участки) при прокладывании: F_1 – натяжение нити в момент ее захвата рапирой вне зева, головка рапиры захватывает уточину, начинается сматывание нити с паковки; F_2 – натяжение нити при прокладывании ее подающей рапирой на половину ширины заправки; F_3 – натяжение нити при передаче рапирами в центре заправки; F_4 – натяжение нити при прокладывании ее приемной рапирой на вторую половину ширины заправки; F_5 – натяжение уточной нити при ее приеме и обрезании ножницами.

Вид нитей утка	Артикул ткани					
	5360-79	5498-18	5356/7-73	P-95ПА	56159	56383
Наименование показателя	ПЭ компл.	ПЭ текстур.	ПЭ компл.	ПА 66 компл.	ПА 6 компл.	ПА 6 текстур.
Линейная плотность утка, текс	28,0	33,4	27,5	23,5	15,6	5,0*2
Плотность ткани по утку, нитей/см	19	22	27	19	32	40
Переплетение ткани	Саржа 1/2	Саржа 1/2	Саржа 2/2	Полотняное	Саржа 1/2	Вафельное
Тип станка	Станок с гибкими рапирами BEST PLUS (Китай)					
Вид зевобразовательного механизма	Каретка Stäubli type 2600 на 16 ремизок					
Скорость станка, об/мин	250	180	260	180	230	180
Время прокладывания одной уточины, с	0,24	0,33	0,23	0,33	0,26	0,33
Угол захвата уточины подающей рапирой, град	60					
Движение подающей рапиры с уточиной, град	75...175	70...175	75...175	70...170	65...170	75...175
Передача уточины в центре зева, град	180	182	185	183	184	180
Движение принимающей рапиры с уточиной, град	185...290	190...295	190...290	190...295	190...295	195...295
Среднее натяжение утка, сН	38,18	32,07	52,23	58,93	19,15	16,14
Максимальное натяжение утка, сН	123,08	50,56	124,67	147,66	30,23	20,57
Минимальное натяжение утка, сН	2,83	15,18	3,80	19,29	4,45	11,13
Доля среднего натяжения от прочности нити, %	2,5	3,4	2,7	3,8	2,0	5,0
Доля максимального натяжения от прочности нити, %	8,0	5,4	6,4	9,5	3,1	6,4

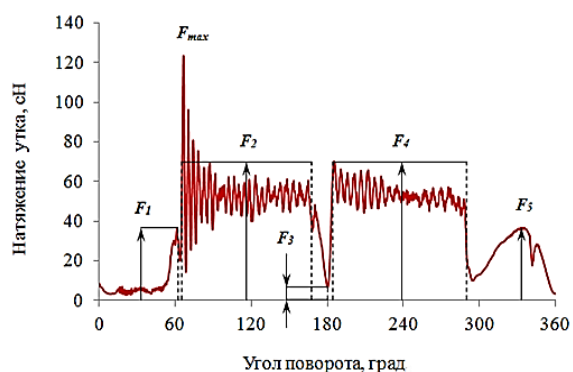


Рис. 3

Из данных табл. 1 следует, что захват уточной нити левой (подающей) рапирой происходит при 60° , далее начинается сматывание уточной нити с барабана накопителя, при этом наблюдается пик в натяжении (натяжение при прокладывании достигает абсолютного максимума), что объясняется преодолением сил трения между нитью и щеткой накопителя.

Левая рапира движется с уточной нитью в зеве до середины заправочной ширины с 65 до 175° , при $180...185^\circ$ происходит пере-

дача уточины в центре заправки, что сопровождается снижением натяжения, далее правая рапира движется с захваченной уточной нитью с 185 до 295° .

В табл. 1 приведены сведения о доле, которую составляет среднее натяжение при прокладывании и максимальное (пиковое) натяжение от абсолютной разрывной нагрузки каждой конкретной нити. Если использовать этот показатель для оценки напряженности условий прокладывания, то можно сделать вывод о том, что наиболее напряженные условия прокладывания наблюдаются для полиэфирных комплексных нитей 28 текс (130 кр/м) и для полиамидных комплексных некрученых нитей 23,5 текс, так как пиковое натяжение в этих случаях достигает 8,0 и 9,5% от разрывной нагрузки нити соответственно.

Далее для сравнения исследуем особенности прокладывания полиэфирных комплексных нитей 28 текс (130 кр/м) на трех различных типах ткацких станков: 1) рапирный станок Best-210; 2) станок СТБ-180; 3) лентоткацкий станок KYF2/110GW.

В табл. 2 представлены результаты проведенного исследования, а на рис. 4 показаны

зависимости натяжения при прокладывании от угла поворота главного вала станков.

Таблица 2

Наименование показателя	Значение показателя		
Вид нитей утка	Нить полиэфирная комплексная		
Линейная плотность утка, текс	28,0		
Тип ткацкого станка	СТБ-180	Best Plus	KYF2/110GW (лентоткацкий)
Способ прокладывания утка	микропрокладчик	гибкие рапиры	рапира (игла)
Движение уточины в зеве, град	85...220	75...175, 185...290	95...150
Среднее натяжение утка, сН	24,37	38,18	28,95
Максимальное натяжение утка, сН	77,11	123,08	105,59
Минимальное натяжение утка, сН	0,04	2,83	0,78

Из рис. 4 (натяжение полиэфирной уточной нити при прокладывании на станках различной конструкции) видно, что законы нагружения утка при прокладывании на трех станках различной конструкции принципиально различаются. На рапирном станке Best-210 уточная нить находится в зеве самое продолжительное время (суммарно 205° от оборота главного вала), на станке системы СТБ – 135° , а минимальное время нахождения в зеве характерно для лентоткацкого станка – 55° .

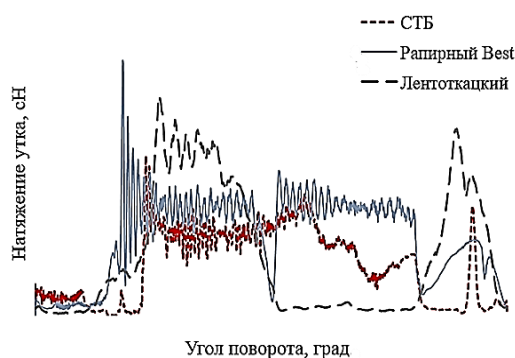


Рис. 4

На станке СТБ-180 за весь цикл прокладывания полиэфирной нити 28 текс наблюдается наименьший уровень динамического натяжения, а наибольшее натяжение наблюдалось на рапирном станке Best-210.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что процесс прокладывания утка на рапирном станке будет самым напряженным. Однако обратим внимание на тот факт, что на станках системы СТБ уточная нить при прокладывании испытывает значительные кратковременные увеличения натяжения – в начале торможе-

ния (поперечный удар тормозной лапкой) и продольный удар, наносимый нитепрокладчиком.

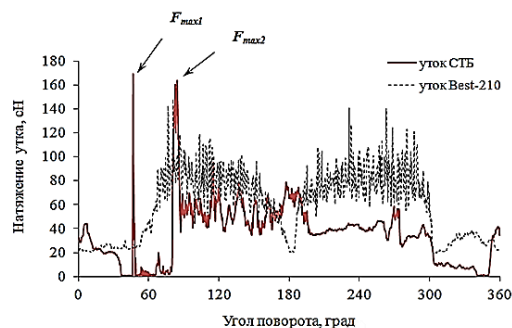


Рис. 5

На рис. 5 (натяжение полиамидной уточной нити при прокладывании на станках Best и СТБ) на примере некрученной полиамидной нити 23,5 текс продемонстрированы законы нагружения утка на станке СТБ-180 и рапирном станке. При прокладывании утка на станке СТБ четко выделяются два ударных пика: F_{max1} – пиковое натяжение в момент достижения максимальной скорости прокладчика и F_{max2} – пиковое натяжение в начале торможения.

ВЫВОДЫ

1. Изучены условия прокладывания полиэфирных и полиамидных нитей утка на бесчелночных станках различной конструкции при выработке технических тканей. Дана оценка напряженности условий процесса прокладывания уточной нити.
2. Определены характерные участки и точки закона нагружения уточной нити при

прокладывании на современных станках с гибкими рапирами. Для ряда полиэфирных и полиамидных нитей различной линейной плотности и структуры впервые дана оценка уровня натяжения при прокладывании в сравнении с их разрывной нагрузкой.

3. Установлено, что для современных станков с гибкими рапирами максимальный пик в натяжении утка наблюдается только в момент начала сматывания нити с барабана накопителя, что вызвано преодолением трения между нитью и щеткой накопителя. На станках системы СТБ, использованных для выработки технических тканей ранее, наблюдаются значительные пики в натяжении утка при торможении, разгоне прокладчика и сматывании нити с паковки, что свидетельствует о несовершенстве способа прокладывания утка и более напряженных условиях процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Юхин С.С. Оценка напряженно-деформированного состояния нитей при выработке тканей различных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998, № 6. С. 37...39.

2. Сергеев В.Т. Разработка структуры и технологии изготовления многослойной комбинированной ткани из углеродных и кварцевых нитей. – М.: МГУДТ, 2014.

3. Богатырева М.С., Старинец И.В. Исследование релаксационных процессов в нитях основы на ткацком станке DORNIER HTV 6/SD 190 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 89...91.

4. Слугин Алексей И., Слугин Андрей И. Исследование влияния вида переплетения ткани на натяжение нитей основы в процессе изготовления арамидных тканей из пряжи, полученной из вторичных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №3. С. 31...31.

REFERENCES

1. Nikolaev S.D., Yukhin S.S. Otsenka napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya nitey pri vyrobke tkaney razlichnykh perepleteniy // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1998, № 6. S.37...39.

2. Sergeev V.T. Razrabotka struktury i tekhnologii izgotovleniya mnogoslnoy kombinirovannoy tkani iz uglerodnykh i kvartsevykh nitey. – M.: MGUDT, 2014.

3. Bogatyreva M.S., Starinets I.V. Issledovanie relaksatsionnykh protsessov v nityakh osnovy na tkatskom stanke DORNIER HTV 6/SD 190 // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2012, № 4. S. 89...91.

4. Slugin Aleksey I., Slugin Andrey I. Issledovanie vliyaniya vida perepleteniya tkani na natyazhenie nitey osnovy v protsesse izgotovleniya aramidnykh tkaney iz pryazhi, poluchennoy iz vtovichnykh materialov // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2010, №3. S. 31...31.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 28.01.19.

УДК 547.458.8

**ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ ЯМР-¹H-РЕЛАКСАЦИИ
ХАРАКТЕРА НАДМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПЕРЕСТРОЕК
ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ЕЕ БИОХИМИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ**

**A ¹H-NMR-RELAXATION STUDY
OF COTTON CELLULOSE SUPRAMOLECULAR RESTRUCTURING
AS THE RESULT OF ITS BIOCHEMICAL DEGRADATION**

Ю.Б. ГРУНИН, Т.Ю. ГРУНИНА, М.С. ИВАНОВА, С.В. ФЕДОСОВ, В.Г. КОТЛОВ

YU.B. GRUNIN, T.YU. GRUNINA, M.S. IVANOVA, S.V. FEDOSOV, V.G. KOTLOV

(Поволжский государственный технологический университет,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Ивановский государственный политехнический университет)

(Volga State University of Technology,
Lomonosov Moscow State University,
Ivanovo State Polytechnic University)

E-mail: GruninYB@volgatech.net

Характер изменения надмолекулярной структуры целлюлозы в ходе химического воздействия и ферментативной дезинтеграции изучен методом ЯМР-¹H-релаксации. Предварительная химическая обработка образцов целлюлозы существенно влияет на эффективность ее ферментативной деградации. Подтверждено, что основной компонент целлюлазного комплекса – эндо-1,4-β-глюканаза – производит наибольшие изменения в структуре целлюлозы.

Changes in supramolecular structure of cellulose under chemical exposure and enzymatic disintegration is studied by the ¹H-NMR-relaxation. Preliminary chemical treatment of cellulose samples significantly affects the efficiency of its enzymatic degradation. It is confirmed that the main component of cellulose complex – endo-1,4-β-glucanase – gives the strongest influence on cellulose structure.

Ключевые слова: целлюлоза, ЯМР-релаксация, ферментативный гидролиз, надмолекулярная структура.

Keywords: cellulose, NMR-relaxation, enzymatic hydrolysis, supramolecular structure.

Целлюлоза – наиболее распространенный полимер растительного и животного происхождения, обладающий уникальными свойствами воспроизводства, биодegradации и возможностью получения материалов с заданными свойствами на ее основе путем биологической и физико-химической переработки.

В процессе эксплуатации тканевых материалов на основе целлюлозы последние часто подвергаются разнообразным внешним биохимическим воздействиям. Причиной биологической degradation является действие на структуру материалов со стороны ферментов, выделяемых микроорганизмами, грибами и бактериями. Однако вплоть до настоящего времени характер надмолекулярных перестроек целлюлозы, происходящих при этом, является предметом дискуссии. Настоящая работа, таким образом, направлена на углубление знаний в области ферментативной degradation целлюлозы.

В качестве основного метода проведенных нами исследований был применен протонный магнитный резонанс в рамках его современных приложений.

В настоящем эксперименте использовалась целлюлоза хлопкового волокна (ГОСТ 595–79), представляющая собой исходный образец. Для каждого объекта исследования из исходного и обработанного тем или иным способом хлопка, готовили образцы с фиксированным влагосодержанием w с использованием метода изопиестических серий [1] в диапазоне от 2 до 50% (% воды от массы сухого хлопкового волокна).

С целью анализа надмолекулярных перестроек, вызванных внешним биохимическим воздействием, были проведены измерения структурных параметров образцов и их сорбционных свойств целлюлозы с применением методик протонного магнитного резонанса. Измерения были выполнены на релаксметре Spin Track [2] с рабочей частотой 20 МГц. Регистрировать спад свободной индукции (ССИ) удавалось с периодом нечувствительности приемного тракта менее 8 мкс, что оказалось очень важным для анализа сигналов от полисахаридов с временами спин-спиновой релаксации, не превышающими 20 мкс.

Спады ССИ измерялись как отклики спиновой системы на одиночный 90° импульс длительностью 1,8 мкс. Поскольку спады ССИ использовались и для анализа формы временного спада, и для преобразования в спектральную линию, измерения проводились на частоте, отличной от резонансной на 100 кГц, с целью минимизации помех. Время регистрации ССИ составляло 2 мс с шагом выборки отсчетов квадратурного сигнала в 0,2 мкс, количество накоплений составляло 100, время повторения сканов при накоплении сигнала было равно 1000 мс.

Времена спин-спиновой релаксации для образцов целлюлозы влажностью до 5% определялись методами ССИ и Спинового Эха, а для более влажных образцов (>5%) применялась последовательность Карра-Парселла-Мейбума-Гилла (CPMG) [3]. Длительности 90° и 180° импульсов составляли 1,8 и 3,6 мкс соответственно.

Для определения параметров структурной организации целлюлозы и ее гидрофильных свойств применялись методики, разработанные ранее.

Емкость адсорбционного монослоя воды (w_m) рассчитывалась из условия быстрого обмена в мультикомпонентных системах в рамках теории Бломбергера-Парселла-Паунда (БПП) [1], [4]:

$$w_m = T_{2m} \frac{w_i}{T_{2i}}, \quad (1)$$

где T_{2m} – время спин-спиновой релаксации протонов монослоя воды; T_{2i} – измеренное значение времени спин-спиновой релаксации при влагосодержании образца w_i .

Площадь удельной поверхности ($S_{уд}$) определяли по формуле [1]:

$$S_{уд} = 3500w_m. \quad (2)$$

Степень кристалличности образцов (k) вычисляли на основе экспериментального факта о соответствии числа молекул аморфных областей целлюлозы (поверхностных) и количества молекул воды в моноадсорбционном слое [5]:

$$k = 1 - 9w_m. \quad (3)$$

Средний поперечный размер кристаллитов (d_k) находили по соотношению [6]:

$$d_k = \frac{2d_m}{1 - \sqrt{k}}, \quad (4)$$

где d_m – эффективный поперечный размер глюкопиранозного кольца, равный 6 Å.

По современным представлениям ферментативный гидролиз высокоупорядоченной целлюлозы в природе происходит при обязательном участии двух типов ферментов: 1,4-β-D-глюкан-глюканогидролаза – эндоглюканаза; 1,4-β-D-глюкан-целлобиогидролаза – целлобиогидролаза (C₁-фермент) [4]. Первый осуществляет начальную стадию гидролиза, второй отщепляет целлобиозные остатки с нередуцирующего конца молекулы субстрата. Однако ни один из названных типов ферментов не производит глубокого гидролиза целлюлозы без участия другого фермента. Причина этого явления, вероятно, кроется в надмолекулярной структуре целлюлозы и остается до конца невыясненной, вследствие того, что не изучен процесс взаимодействия этих ферментов с высокоупорядоченной кристаллической целлюлозой.

Образцы для данного исследования были приготовлены по методике, предложенной в работах [7]. Целлюлоза хлопкового волокна (ГОСТ 595–79) подвергалась действию как целой нефракционированной ферментной системы, так и отдельной фракции эндо-1,4-β-глюканазы, выделенных из гриба *Geotrichum Candidum*, а также эндо-1,4-β-глюканазы, содержащейся в ферментном препарате фирмы Rapidase, в котором отсутствует целлобиогидролаза C₁-фермента. Анализировались также образцы хлопка, последовательно обработанные как этиловым спиртом и диэтиловым эфиром, так и этиловым спиртом, а затем диэтиловым эфиром с выдержкой в растворе мочевины. После обработки мочевиной хлопок промывали водой с последующим высушиванием.

Обработка мочевиной ослабляет водородные связи (прежде всего межмолекулярные) в целлюлозе.

Для подтверждения вышесказанного было исследовано состояние воды в исходном

и обработанных хлопковых волокнах путем измерения времен спин-спиновой релаксации T_2 на различных стадиях увлажнения. В рамках теории БПП времена спин-спиновой релаксации характеризуют молекулярную подвижность адсорбированной воды, которая зависит от состояния целлюлозного препарата как адсорбента, ее пористости, дисперсности, степени кристалличности, содержания активных центров адсорбции, расположенных на поверхности кристаллитов. Таким образом, указанные методы позволяют дать анализ структурной организации целлюлозы и установить характер ее изменения в процессе внешних воздействий.

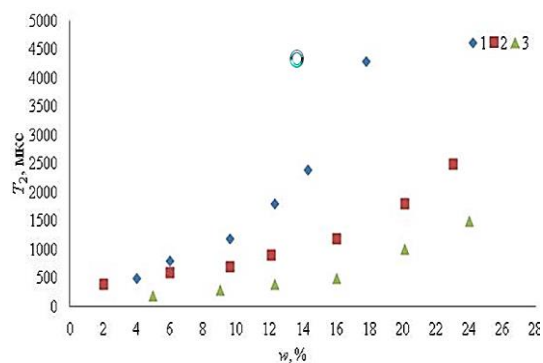


Рис. 1

На рис. 1 (зависимость времени спин-спиновой релаксации T_2 от влагосодержания w образцов хлопковой целлюлозы: 1 – хлопок исходный; 2 – хлопок, обработанный спиртом и эфиром; 3 – хлопок, обработанный спиртом, эфиром и мочевиной) представлены зависимости времен спин-спиновой релаксации T_2 от влагосодержания w для образцов исходного и обработанного хлопка. Для всех кривых характерно увеличение T_2 с ростом влагосодержания, что свидетельствует об увеличении молекулярной подвижности сорбированной воды, которая при низких значениях влагосодержания заполняет микропоры, а при более высоких – субмикропоры, мезопоры [8] и пустоты в структуре сорбента.

Низкие значения T_2 при малых влагосодержаниях образцов свидетельствуют о возникновении прочных связей молекул моноадсорбированной воды с активной поверхностью адсорбента. В качестве активных центров выступают группы -ОН, -СООН,

-CH₂OH, расположенных на поверхности кристаллитов. При этом доминирующий вклад в релаксацию вносят вращательные движения молекул адсорбата, поскольку трансляционные степени свободы в этом случае не проявляются, а существуют только в пределах полимолекулярно-адсорбированных слоев воды, что характеризуется большими значениями T₂.

Для кривой 2 на рис. 1 характерно более медленное увеличение T₂ с ростом влагосодержания w, чем для кривой 1. Это свидетельствует о том, что после обработки хлопкового волокна спиртом и эфиром происходит уменьшение трансляционной подвижности воды, связанное с тем, что из его пор удаляются сопутствующие компоненты, входящие в состав хлопкового волокна, затрудняющие процесс сорбции воды, и препятствующие ферментативному гидролизу. Дополнительная обработка образца мочевиной усиливает описанный выше эффект (кривая 3). Целлюлозные микрофибриллы, на поверхности которых были разорваны доступные реагенту межцепочечные водородные связи, адсорбируют значительно боль-

шее количество воды. Судя по кривой 3, можно сказать, что на активированных таким образом фибриллах хлопкового волокна существенно возросло содержание воды связанной с помощью сил моно- и полимолекулярной адсорбции: 22% влаги в обработанных образцах против 12...13% в исходном хлопке (кривая 1). Это свидетельствует в пользу диспергирования кристаллитов микрофибриллы и возрастания микропористости целлюлозы.

Описываемая ситуация подтверждается данными табл. 1 (параметры надмолекулярной структуры целлюлозы), в которой представлены определенные методами, описанными выше, параметры надмолекулярной структуры целлюлозы. Из данных следует, что последовательная обработка спиртом и эфиром, а также спиртом, эфиром и мочевиной приводит к увеличению емкости адсорбционного монослоя, увеличению удельной площади поверхности, уменьшению степени кристалличности, среднего размера кристаллитов, входящих в состав микрофибрилл, и, как следствие, это приводит к возрастанию микропористости.

Т а б л и ц а 1

№	w _m , г/г	S _{уд} , м ² /г	k	d _k , Å
1 ₁	0,04	140	0,64	60
2 ₁	0,05	175	0,55	46,44
3 ₁	0,047	164,06	0,58	50,07
2 ₂	0,06	210	0,46	37,29
3 ₂	0,066	231	0,41	33,07
4 ₂	0,06	210	0,46	37,29

Индексы, указанные в номерах образцов, соответствуют порядковым номерам рисунков, на которых представлены зависимости времен спин-спиновой релаксации T₂ от влагосодержания w.

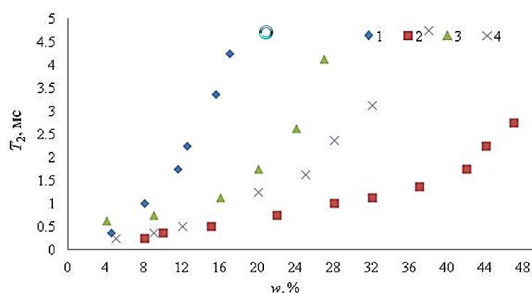


Рис. 2

На рис. 2 (зависимость времени спин-спиновой релаксации T₂ от влагосодержания w образцов: 1 – хлопок исходный; 2 – хлопок, обработанный спиртом, эфиром и целлюлазой *G. Candidum*; 3 – хлопок, обработанный спиртом, эфиром, фракцией эндо-1,4-β-глюконазы; 4 – хлопок, обработанный спиртом, эфиром, мочевиной и препаратом фирмы Rapidase) показаны зависимости времен спин-спиновой релаксации T₂ от влагосодержания w для хлопковых целлюлоз, подвергнутых обработке ферментами после предварительного воздействия на них эфиром, спиртом и в отдельных случаях мочевиной. Обработку проводили небольшими концентрациями ферментов в

стационарных условиях, поэтому гидролиз волокна мог пройти только в небольшой степени и хлопок не потерял своей волокнистой структуры.

Кривая 2 на рис. 2 была получена для образца хлопкового волокна, обработанного спиртом, эфиром и затем целлюлолитическим ферментным препаратом *G. Candidum*, который содержит как эндо-1,4-β-глюканазу, так и C₁-фермент.

Кривая 3 (рис. 2) представляет зависимость T₂=f(w) для хлопкового волокна, обработанного спиртом, эфиром, а затем фракцией препарата *G. Candidum* и в значительной степени очищенным от C₁-фермента.

Кривая 4 (рис. 2) получена для хлопка, обработанного спиртом, эфиром, мочевиной, а затем препаратом целлюлазы французской фирмы Rapidase. Известно, что этот препарат имеет высокую активность эндо-1,4-β-глюканазы, но, по-видимому, не содержит целлюбиогидролазы (C₁) [4].

Обращает на себя внимание тот факт, что кривые рис. 2, полученные для образцов хлопка, обработанного ферментами, резко отличаются от кривых рис. 1, полученных для исходного хлопка и образцов, претерпевших только обработку растворителями и мочевиной. Первые показывают сравнительно малые значения спин-спиновой релаксации T₂ даже при больших влагосодержаниях (25...50% влажности). Это свидетельствует о росте активной удельной поверхности хлопкового волокна и о появлении большого количества новых активных центров сорбции – гидроксильных и карбоксильных групп, появившихся в результате расщепления ферментами макромолекул целлюлозы. Все это приводит к ослаблению меж- и внутримолекулярных водородных связей в микрофибриллах целлюлозы, следовательно, к увеличению общего количества относительно свободных протонсодержащих поверхностных активных центров ее фрагментов, что и находит отражение в изменении параметров ЯМР-релаксации [5], [9]. Результатом этого процесса является ограничение молекулярной подвижности сорбата даже при относительно высоком содержании влаги в образцах.

Появление большого количества центров сорбции мы склонны относить за счет аморфизации поверхности микрофибрилл целлюлозы при их диспергировании, происходящей под действием ферментов. Эндо-1,4-β-глюканаза, взаимодействуя с субстратом, разрывает меж- и внутримолекулярные водородные связи целлюлозы. Освобождаемые гидроксильные группы на "разрыхленных" ферментом участках приобретают способность активно сорбировать воду.

Анализируя данные табл. 1 и характер зависимости T₂ от влагосодержания w, можно прийти к выводу, что уже при малых влагосодержаниях целлюлозы молекулы воды диффундируют в пространства между элементарными микрофибриллами, формирующими ее микрофибриллу, и производят расклинивающую ее давление между гидрофильными поверхностями соседствующих микрофибрилл. Движущей силой такого расклинивающего давления может служить сильное диполь-дипольное взаимодействие молекул воды с активными центрами поверхности целлюлозы, при котором молекулы воды, интенсивно проникая в микропористое пространство, образуют, как показывает расчет, избыточное расклинивающее давление, превышающее 10⁶ Па. Описываемый эффект далее поддерживается слоями молекул воды за счет сил поверхностного натяжения, но уже при больших влагосодержаниях. Данный процесс создает условия сравнительно легкого проникновения в образующиеся межфибрилярные пространства биохимических препаратов, включающих целлюлазный комплекс. Основаниями для такого рода утверждений является оказание сильного влияния ферментативного гидролиза целлюлозы на возрастание диспергирования, резкий рост удельных поверхностей, уменьшение степени кристалличности и размеров кристаллитов. Например, удельная поверхность образцов после ферментативного гидролиза почти в 1,7 раза превышает значения исходного образца и более чем в 1,3 раза превышает соответствующие значения удельной поверхности образцов, обработанных спиртом, эфиром и мочевиной.

Таким образом, результаты, представленные в табл. 1, подтверждают те выводы, которые были сделаны выше при изучении молекулярной подвижности сорбированной воды в препаратах целлюлозы.

Интересным представляется то, что хлопковое волокно, обработанное спиртом и эфиrom, а затем фракцией, содержащей эндо-1,4- β -глюканазу фирмы Rapidase, в которой также практически отсутствует целлобиогидролаза (рис. 2, кривая 4), имело зависимость времени спин-спиновой релаксации T_2 от влагосодержания w , аналогичную той, которая свойственна образцам, полученным при обработке нефракционированной ферментной системой *G. Candidum* (рис. 2, кривая 3), что коррелирует с данными табл. 1. Таким образом, те резкие изменения в надмолекулярной структуре целлюлозы, которые обнаруживаются методом ЯМР и описаны выше, производят один тип ферментов целлюлазной системы эндо-1,4- β -глюканазы. Именно этот фермент (а не C_1 -фермент) ответственен за увеличение влагосодержания и за снижение упорядоченности целлюлозы в процессе ее ферментного гидролиза.

Возможно, C_1 -фермент в ферментной системе *G. Candidum* действительно являясь целлобиогидролазой, удаляет с поверхности фибрилл ставшие доступными для него после действия эндо-1,4- β -глюканазы олигосахариды, гидролизуя их и переводя их в раствор в виде дисахарида. C_1 -фермент, таким образом, обнажая поверхность целлюлозных фибрилл от коротких целлюлозных цепей, дает возможность эндо-1,4- β -глюканазе осуществлять новую атаку на освобожденных участках, тем самым непрерывно способствуя своим участием углублению процесса гидролиза.

ВЫВОДЫ

1. Установлен характер надмолекулярных перестроек в ходе различных видов биохимического воздействия на процесс гидролиза, заключающийся в резком увеличении удельной поверхности целлюлозы, снижении степени кристалличности, уменьше-

нии среднего поперечного размера кристаллитов микрофибрилл.

2. Показано, что основным компонентом целлюлазного комплекса, вызывающим наибольшее изменение в структуре целлюлозы, является эндо-1,4- β -глюканаза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грунин Ю.Б., Грунин Л.Ю., Никольская Е.А. и др. Особенности процессов сорбции паров воды и азота на целлюлозе // Журнал физической химии. – 2013. Т. 87, №1. С. 1...5.
2. ЯМР-анализатор "Спин Трэк" [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.nmr-design.com>, свободный. Язык русский.
3. Чижик В.И. Ядерная магнитная релаксация. – СПб.: СПбГУ, 2004.
4. Грунин Ю.Б. Анализ системы целлюлоза-вода модифицированными методами протонного магнитного резонанса. – Рига, 1989.
5. Грунин, Л.Ю., Грунин Ю.Б., Таланцев В.И. и др. Особенности структурной организации и сорбционных свойств целлюлозы // Высокомолекулярные соединения. – Серия А, 2015. Т. 57, №1. С.46...55.
6. Грунин Ю.Б., Грунин Л.Ю., Гальбрайт Л.С. и др. Особенности диспергирования кристаллической целлюлозы при ее увлажнении // Химические волокна. – 2017, №5. С.31...36.
7. Клесов А.А., Григораиш С.Ю. Ферментативный гидролиз целлюлозы // Биоорганическая химия. – 1981. Т.7, №10. С.1538...1552.
8. Дубинин М.М. Новое в области адсорбции паров микропористыми адсорбентами // Журнал физической химии. – 1987. Т.61, №5. С.1301...1305.
9. Грунин Ю.Б., Грунин Л.Ю., Таланцев В.И. и др. Надмолекулярные перестройки в целлюлозе в ходе гидратации // Биофизика. – 2015. Т.60, Вып.1. С.53...64.

REFERENCES

1. Grunin Yu.B., Grunin L.Yu., Nikol'skaya E.A. i dr. Osobennosti protsessov sorbtzii parov vody i azota na tsellyuloze // Zhurnal fizicheskoy khimii. – 2013. T.87, №1. S. 1...5.
2. YaMR-analizator "Spin Trek" [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa URL: <http://www.nmr-design.com>, svobodnyy. Yazyk russkiy.
3. Chizhik V.I. Yadernaya magnitnaya relaksatsiya. – SPb.: SPbGU, 2004.
4. Grunin Yu.B. Analiz sistemy tsellyuloza-voda modifitsirovannymi metodami protonnogo magnitnogo rezonansa. – Riga, 1989.
5. Grunin, L.Yu., Grunin Yu.B., Talantsev V.I. i dr. Osobennosti strukturnoy organizatsii i sorbtсионnykh svoystv tsellyulozy // Vysokomolekulyarnye soedineniya. – Seriya A, 2015. T. 57, №1. S.46...55.

6. Grunin Yu.B., Grunin L.Yu., Gal'braykh L.S. i dr. Osobennosti dispergirovaniya kristallicheskoj tsellyulozy pri ee uvlazhnenii // Khimicheskie volokna. – 2017, №5. S.31...36.

7. Klesov A.A., Grigorash S.Yu. Fermentativnyy gidroliz tsellyulozy // Bioorganicheskaya khimiya. – 1981. T.7, №10. S.1538...1552.

8. Dubinin M.M. Novoe v oblasti adsorbtsii parov mikroporistymi adsorbentami // Zhurnal fizicheskoy khimii. – 1987. T.61, №5. S.1301...1305.

9. Grunin Yu.B., Grunin L.Yu., Talantsev V.I. i dr. Nadmolekulyarnye perestroyki v tsellyuloze v khode gidratatsii // Biofizika. – 2015. T.60, Vyp.1. S.53...64.

Рекомендована кафедрой физики. Поступила 14.12.18.

УДК 677.027:677.047.6

**ОЦЕНКА НАНОДИСПЕРСНОГО СОСТОЯНИЯ
И АГРЕГАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ
ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ АКАРИЦИДНО-РЕПЕЛЛЕНТНЫХ ВЕЩЕСТВ**

**THE EVALUATION OF NANODISPERSED STATE
AND AGGREGATIVE STABILITY
OF ENCAPULATED EXPERIMENTAL SAMPLES
ACARICID-REPELLENT SUBSTANCES**

A.A. ЛИПИНА, О.И. ОДИНЦОВА, А.С. АНТОНОВА, Ю.В. НОСКОВА

A.A. LIPINA, O.I. ODINTSOVA, A.S. ANTONOVA, YU.V. NOSKOVA

(Ивановский государственный химико-технологический университет)

(Ivanovo State University of Chemistry and Technology)

E-mail: prohorova.a94@yandex.ru

Разработаны составы для микрокапсулирования акарицидно-репеллентных веществ (АРВ), включающие альфациперметрин (АЦП), масляной растворитель, полиэлектролиты и ПАВ. С применением метода нефелометрии исследована агрегативная устойчивость образцов инкапсулированных АРВ. Методом сканирующей электронной микроскопии определены размерные характеристики микрокапсул, нанесенных на текстильные материалы.

The compositions for microencapsulation of acaricidal-repellent substances, including alphacypermethrin (ACP), oil solvent, polyelectrolytes and surfactants were developed. Using the nephelometry method, the aggregative stability of encapsulated samples ARS was studied. Using scanning electron microscopy, the dimensional characteristics of microcapsules applied to textile materials were determined.

Ключевые слова: альфациперметрин, полиэлектролиты, наноземульсия, репелленты, микрокапсулы.

Keywords: alfacipermetrin, polyelectrolytes, nanoemulsion, repellents, microcapsules.

В настоящее время создание текстильных изделий, обладающих противомоскитными и противоклещевыми свойствами, является одним из прогрессивных путей защиты человека от болезней, передающихся кровососущими насекомыми [1]. Существующие на рынке химические реагенты, обезвреживающие комаров и клещей, имеют высокие характеристики безопасности, но способны со временем оказывать токсическое действие на кожу и нервную систему человека, вызывая сыпь, отечность, раздражение глаз и даже анафилактический шок [2].

В связи с этим актуальной является разработка акарицидно-репеллентной отделки на основе смеси натуральных и синтетических акарицидно-репеллентных веществ (АРВ), что снизит их токсичность для человека [3...6]. Другой важной задачей является пролонгированное выделение АРВ из текстильных материалов, которые необходимы для пошива профессиональной одежды лесников, геологов, спасателей, пожарных, военнослужащих, сотрудников геологоразведочных экспедиций, буровых, газовых месторождений, особенно в период эпидемии клещевого энцефалита [7], [8]. Инновационным методом решения поставленной задачи является разработка протокола микрокапсулирования АРВ. Инкорпорирование в структуру текстильного материала капсул,

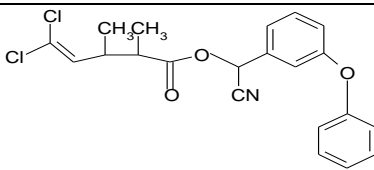
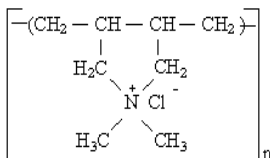
содержащих данные вещества, обеспечит их пролонгированное выделение и эффективную защиту человека от кровососущих насекомых.

Проведена оценка эффективности натуральных эфирных масел в сочетании с акарицидным препаратом отечественного производства – альфациперметрином (АЦП) [9]. АЦП – это синтетический пиретроид отечественного производства (табл. 1 – текстильные вспомогательные вещества), практически не растворим в воде, поэтому существующие на его основе препараты представляют собой эмульсии в органических растворителях.

В качестве таких растворителей в современных репеллентных средствах используют токсикологические опасные соединения. Разработка экологически выгодных составов подразумевает применение нетоксичных растворителей альфациперметрина.

Вместе с тем в репеллентных препаратах чаще всего присутствуют два компонента, один из которых выполняет отпугивающую функцию, а второй – летальную. Натуральные эфирные масла некоторых растений обладают отпугивающими свойствами по отношению к насекомым и одновременно могут являться растворителями альфациперметрина.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Название соединения	Структурная химическая формула	Молекулярный вес
1	Альфациперметрин		416,304
2	Карбоксипав – карбоксиметилат оксиэтилированных алкилфенолов	$C_7H_{14}-C_6H_4O-(C_2H_4)_6-CH_2COOH$	417
3	ВПК – 402 полидиметилдиаллиламмоний хлорид		161,7

4	Неонол АФ 9/10	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_m\text{H}$ $n = 9; m = 10$	6024
5	Акремон – анионный сополимер акриловой и метакриловой кислоты марки LK-2		40000
6	Альгинат натрия (АН)		32 000 - 600 000

Проведена серия экспериментов по изучению растворимости АЦП в различных маслах, а также вязкости получившихся эмульсий и их устойчивости. Для этого 0,1 г АЦП растворяли в 0,003 л эфирного масла при комнатной температуре и при нагревании до 40°C. Вязкость масел и готовых эмульсий определяли на вискозиметре Оствальда ($d_{\text{кап}} = 0,7$ мм). Устойчивость контролировали в течение 24 ч. Полученные результаты представлены в табл. 2 (физико-колло-

идные свойства эмульсий). Во всех исследуемых эфирных маслах, как показывают экспериментальные данные, АЦП растворяется при температуре 40°C. Большинство эмульсий обладают стабильностью, исключение составляют композиции на основе масел облепихового, кедрового, шалфейного, гвоздичного и лемонграсс. Размерные характеристики микрокапсул, определенные на приборе Photocor Compact Z, являются наноразмерными и составляют 110...788 нм.

Т а б л и ц а 2

Название масла	Удельная вязкость, $\eta_{\text{уд}}$	Растворимость АЦП при температуре		Устойчивость, полученных эмульсий в течение 24 ч	Размер частиц, нм
		20°C	40°C		
Облепиховое	55,28	-	+	Выпадение осадка	-
Пихтовое	0,56	-	+	Устойчива	360
Кедровое	14,56	-	+	Выпадение осадка	-
Сосновое	0,72	+	+	Устойчива	370
Лемонграсс	1,79	+	+	Выпадение осадка	-
Оксиэтилированное рапсовое масло (ОРМ)	196,87	-	+	Устойчива	110-300
Мятное	4,79	-	+	Устойчива	317
Шалфейное	7,41	-	+	Выпадение осадка	-
Гвоздичное	3,56	+	+	Выпадение осадка	-
Розмариновое	1,87	-	+	Устойчива	238
Чайного дерева	0,56	-	+	Устойчива	129
Эвкалиптовое	0,47	-	+	Устойчива	788

Для создания устойчивых микрокапсул, содержащих АРВ, исследования были направлены на подбор оптимальных составов рабочих эмульсий. Основными показателя-

ми пригодности эфирных масел для использования в разрабатываемой системе является не только способность растворять альфациперметрин, но и образовывать с ним

эмульсию, устойчивую в течение длительного времени. Дисперсность систем, состоящих из наночастиц, обуславливает их оптическую неоднородность (анизотропию) и изменение интенсивности оптических явлений с ростом или уменьшением размеров частиц дисперсной фазы. Поэтому оптические методы исследований являются наиболее приемлемыми для анализа разнообразных дисперсных систем. Эти методы подразделяют на две группы:

1) микроскопия – световая, электронная и ультрамикроскопия;

2) спектрофотометрия – турбидиметрия и нефелометрия.

Для анализа суспензий, эмульсий, различных взвесей и других мутных сред наиболее эффективным является применение нефелометрического метода, в основе которого лежит непосредственное измерение интенсивности рассеянного дисперсной системой света. Метод служит для

определения линейных размеров и концентрации дисперсной фазы, а также для определения молекулярных масс полимеров [10].

Задача исследования эмульсий вышеописанными методами сводилась к определению устойчивости во времени композиций, содержащих в своем составе анионный полиэлектролит (АПЭ) в различных соотношениях с катионным полиэлектролитом (КПЭ) полидиаллилдиметиламмоний хлоридом – ВПК-402 (ООО УралНефтеХим, город Стерлитамак). В качестве модели АПЭ на этом этапе исследований был выбран Манутекс RS (альгинат натрия, 3%-ный р-р). Инкапсулированные образцы АРВ готовили по следующей схеме (табл. 3 – состав рабочего раствора): сначала АЦП растворяли в эфирном масле розмарина при температуре 40°C, далее последовательно добавляли анионные и катионные полиэлектролиты и ПАВ, каждый раз раствор перемешивали в течение 60 с при температуре 40°C.

Т а б л и ц а 3

№ п/п	Наименование компонента	Концентрация, г/л
1	Альфаципериметрин (АЦП) + эфирное масло розмарина	5
2	АПАВ	2
3	НПАВ	1
4	ВПК-402	5
5	Манутекс RS	5

Приготовленные эмульсии оставили на месяц для наблюдения, далее проводили измерение мутности во времени.

Влияние концентрации Манутекса RS на устойчивость эмульсии отражено на рис. 1 (зависимость мутности суспензий от содержания в системе Манутекса RS).

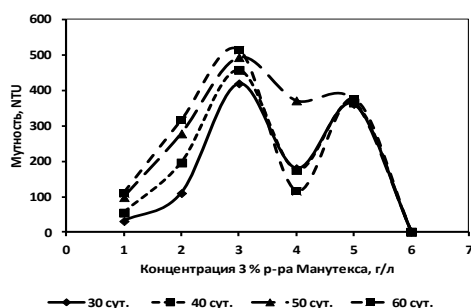


Рис. 1

На устойчивость эмульсии влияет не столько время отстаивания, сколько соотноше-

ние полиэлектролитов ВПК-402 и Манутекса RS (рис. 1). При малых концентрациях анионного полиэлектролита (1 г/л) раствор остается практически прозрачным. При возрастании его концентрации до 2-3 г/л мутность системы возрастает, что свидетельствует об образовании в ней нестехиометрического комплекса. Дальнейшее увеличение концентрации АПЭ до 4 г/л вызывает насыщение раствора, на графике кривая мутности резко идет вниз. Визуально при этом в системе наблюдается выпадение хлопьеобразного осадка, что соответствует образованию стехиометрического интерполиэлектролитного комплекса. Вторичный подъем мутности при повышении концентрации Манутекса обусловлен повторным образованием комплекса при измененном соотношении АПЭ и КПЭ. После насыщения опять выпадает осадок. Таким образом, чтобы получить систему с требуемой ус-

тойчивостью, концентрация АПЭ в композиции с КПЭ не должна превышать 3 г/л.

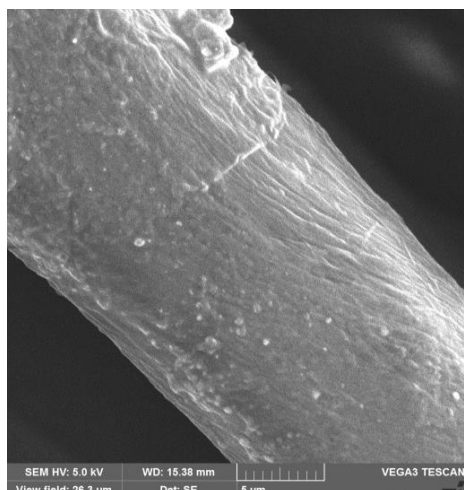


Рис. 2

Методом сканирующей электронной микроскопии получены изображения целлюлозных волокон, покрытых нанокapsулами с АЦП (рис. 2 – изображение целлюлозного волокна, покрытого нанокapsулами с АЦП и эфирным маслом, полученное методом сканирующей электронной микроскопии) и (рис. 3 – размер нанокapsул, нанесенных на целлюлозное волокно).

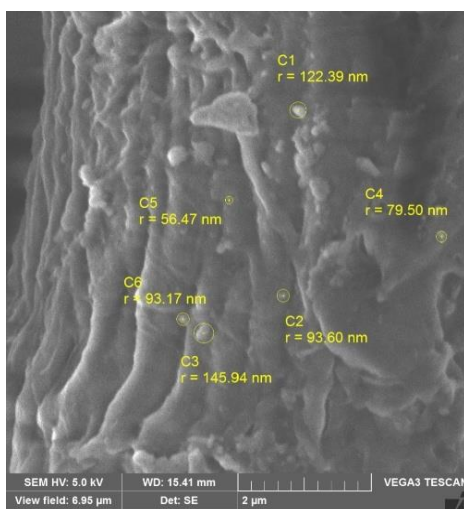


Рис. 3

Размер зафиксированных капсул варьируется в пределах 113...292 нм. Разработанная технология внедряется на предприятиях ООО "Объединение "Специальный текстиль", г. Шуя.

ВЫВОДЫ

1. Исследована возможность применения в качестве растворителя АЦП натуральных эфирных масел. Показано, что эфирные масла пихты, сосны, мяты, розмарина растворяют АЦП, а эмульсии на их основе обладают стабильностью.

2. Дана комплексная оценка нанодисперсному состоянию экспериментальных образцов микрокапсул, содержащих АРВ. Проведено определение агрегативной устойчивости образцов инкапсулированных АРВ.

3. С применением метода сканирующей электронной микроскопии оценен внешний вид и размерные характеристики осажденных на волокне микрокапсул, содержащих в своем составе АЦП и эфирное масло розмарина.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Nath Roy D., Goswami D., Pal A.* The insect repellents: A silent environmental chemical toxicant to the health // *Journal of Environmental Toxicology and Pharmacology.* – 2017. V. 50. P. 91...102.
2. *Goodyer L.I.* Expert review of the evidence base for arthropod bite avoidance // *J. Travel Med.* – 2010. V.17 (3). P. 182...192.
3. *Katz T.M., Miller J.H., Hebert A.A.* Insect repellents: historical perspectives and new developments // *J. Am. Acad. Dermatol.* – 2008. V. 58 (5). P. 865...871.
4. *Xue R.D.* Field evaluation of the off clip-on mosquito repellent (metofluthrin) against *Aedes albopictus* and *Aedes taeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) in north-eastern Florida // *Med. Entomol Journal.* – 2012. V.49 (3). P. 652...655.
5. *Sugano M., Ishiwatari T.* The biological activity of a novel pyrethroid: metofluthrin // *Top.Curr.Chem.* – 2012. V. 314. P. 203...220.
6. *Ke-Xin Yu., Ching-Lee W., Rohani A., Ibrahim J.* Mosquitocidal and Oviposition Repellent Activities of the Extracts of Seaweed *Bryopsis pennata* on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* // *Journal Molecules.* – 2015. V.20. P. 14082...14102.
7. *Разуваев А.В.* Биоцидная отделка текстильных материалов // *Рынок легкой промышленности.* – 2009, №64. С. 22...25.
8. *Прохорова А.А., Одинцова О.И., Авакова Е.О., Кузьменко В.А.* Применение метода LAYER-BY-LAYER для иммобилизации акарицидных веществ на целлюлозных текстильных материалах // *Изв. вузов. Химия и химическая технология.* – 2016. Т.59 (7). С. 42...46.
9. *Одинцова О.И., Прохорова А.А.* Разработка технологии репеллентной отделки текстильных мате-

риалов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2017, №1. С. 18...23.

10. Кривевский Г.Е. Методы исследования в текстильной химии / под ред. Г.Е. Кривевского. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

REFERENCES

1. Nath Roy D., Goswami D., Pal A. The insect repellents: A silent environmental chemical toxicant to the health // Journal of Environmental Toxicology and Pharmacology. – 2017. V. 50. P. 91...102.

2. Goodyer L.I. Expert review of the evidence base for arthropod bite avoidance // J. Travel Med. – 2010. V.17 (3). P. 182...192.

3. Katz T.M., Miller J.H., Hebert A.A. Insect repellents: historical perspectives and new developments // J. Am. Acad. Dermatol. – 2008. V.58 (5). P.865...871.

4. Xue R.D. Field evaluation of the off clip-on mosquito repellent (metofluthrin) against Aedes albo-pictus and Aedes taeniorhynchus (Diptera: Culicidae) in north-eastern Florida // Med. Entomol Journal. – 2012. V. 49 (3). P. 652...655.

5. Sugano M., Ishiwatari T. The biological activity of a novel pyrethroid: metofluthrin // Top.Curr.Chem. – 2012. V. 314. P. 203...220.

6. Ke-Xin Yu., Ching-Lee W., Rohani A., Ibrahim J. Mosquitocidal and Oviposition Repellent Activities of the Extracts of Seaweed Bryopsis pennata on Aedes aegypti and Aedes albopictus // Journal Molecules. – 2015. V.20. R. 14082...14102.

7. Razuvaev A.V. Biotsidnaya otelka tekstil'nykh materialov // Rynok legkooy promyshlennosti. – 2009, №64. S. 22...25.

8. Prokhorova A.A., Odintsova O.I., Avakova E.O., Kuz'menko V.A. Primenenie metoda LAYER-BY-LAYER dlya immobilizatsii akaritsidnykh veshchestv na tsellyuloznykh tekstil'nykh materialakh // Izv. vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. – 2016. T.59(7). S. 42...46.

9. Odintsova O.I., Prokhorova A.A. Razrabotka tekhnologii repellentnoy otelki tekstil'nykh materialov // Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX). – 2017, №1. С. 18...23.

10. Krichevskiy G.E. Metody issledovaniya v tekstil'noy khimii / pod red. G.E. Krichevskogo. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

Рекомендована кафедрой ХТБМ. Поступила 24.09.19.

УДК 677.027:628.3-62-278

РЕГЕНЕРАЦИЯ АКТИВНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЕЙ

REGENERATION ACTIVE DYES ULTRAFILTRATION

Ю.П. ОСАДЧИЙ, А.В. МАРКЕЛОВ, Н.Е. ПАХОТИН, А.Ф. МАКАРЫЧЕВ, Д.Ю. ОСАДЧИЙ
YU.P. OSADCHIY, A.V. MARKELOV, N.E. PAKHOTIN, A.F. MAKARYCHEV, D.YU. OSADCHIY

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: osadchiy-y@mail.ru

Предложено математическое описание процесса разделения промышленных стоков, содержащих активные красители (ярко-красный 5СХ, ярко-голубой КХ, золотисто-желтый 2КХ), применяемого при крашении пряжи на аппаратах АКДУ-6-02. Рассмотрено влияние физических параметров на механизм и кинетику процесса переноса ингредиентов через ультрафильтрационную мембрану, сопровождающегося образованием слоя геля, и доказана возможность повторного применения красителя.

Proposed mathematical description of the partitioning process industrial effluents containing active dyes (bright red 5SH, bright blue, golden yellow KX 2KH), used for dyeing the yarn on machines AKDU-6-02. The influence of physical parameters on the mechanism and kinetics of the migration process ingredients through ultrafiltration membrane, resulting in the formation of a layer of gel and proved the possibility of reapplying the dye.

Ключевые слова: сточная вода, краситель, ультрафильтрация, регенерация.

Keywords: sewage water, stain, ultrafiltration, regeneration.

Целью разработки для математического описания процесса разделения промышленных стоков, содержащих активные красители (ярко-красный 5СХ, ярко-голубой КХ, золотисто-желтый 2КХ), применяемого при крашении пряжи на аппаратах АКДУ-6-02, является описание влияния физических параметров на механизм и кинетику процесса переноса ингредиентов через мембрану, сопровождающегося образованием слоя геля.

Процесс разделения осуществляется путем непрерывного концентрирования исходной сточной воды при циркуляции ее через мембранные блоки БТУ 0,5/2 [1...3] и постоянного отвода пермеата. Полученный концентрат периодически отводился для последующего использования.

Аппараты с трубчатыми мембранами являются аппаратами идеального вытеснения. В данном случае мы имеем невысокие концентрации активного красителя (0,4...0,5 г·л⁻¹) в воде и слабое влияние гелеобразования на проницаемость и селективность мембран в течение определенного времени. Предполагается, что разделение сточных вод ведется при постоянном давлении на всей длине блоков мембран и постоянной температуре. Схему процесса можно представить как модель идеального вытеснения.

Уравнение материального баланса расходов воды и красителя имеет вид:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3, \quad (1)$$

где Q_1 – расход вещества (вода и краситель) при подводе к рассматриваемому сечению, кг·с⁻¹; Q_2 – расход вещества на выходе из сечения, кг·с⁻¹; Q_3 – расход вещества при проходе через мембрану, кг·с⁻¹.

В общем виде для каждого компонента расходы определены следующим образом:

$$Q_1 = X_i(\ell)VS, \quad (2)$$

$$Q_2 = X_i(\ell + \Delta\ell)VS, \quad (3)$$

$$Q_3 = G_i dF = 2G_i \pi r d\ell, \quad (4)$$

где X_i – массовая доля компонента в потоке, кг·м⁻³; V – скорость движения потока, м·с⁻¹; ℓ – координата длины аппарата, м; S – поперечное сечение трубки мембраны, м²; G_i – проницаемость по веществу, кг·(м²·с)⁻¹; F – поверхность разделения мембраны, м²; r – радиус трубки мембраны, м.

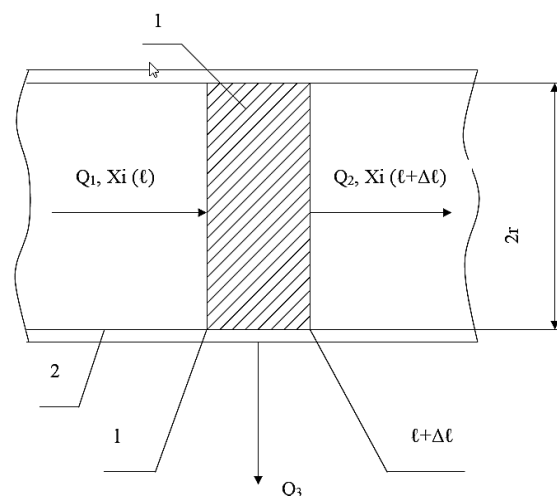


Рис. 1

Значение массовой доли красителя при прохождении через рассматриваемое сечение (рис. 1 – схема процесса ультрафильтрационного разделения: 1 – произвольное сечение; 2 – мембрана) примет вид:

$$X_K(\ell)VS = X_K(\ell + d\ell)VS + G_B(1 - \phi)2\pi r d\ell, \quad (5)$$

$$G_K = G_B(1 - \phi), \quad (6)$$

где X_K – массовая доля красителя, $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$; G_K – проницаемость мембраны по красителю, $\text{кг}\cdot(\text{м}^2\cdot\text{с})^{-1}$; G_B – проницаемость мембраны по воде, $\text{кг}\cdot(\text{м}^2\cdot\text{с})^{-1}$; ϕ – степень разделения мембраны, или селективность.

Сопротивление мембраны определяется из уравнения проницаемости по воде и принимается постоянным. Сопротивление слоя геля находили из экспериментальных данных, используя уравнение (7). Графическим методом находим, что резкое возрастание сопротивления слоя геля начинается через 4,5...5,5 часа. Это критическое значение времени ($\tau_{\text{кр}}$), которому соответствует критическое значение сопротивления слоя геля; дальнейшее увеличение времени ведет к значительному увеличению R_G и умень-

шению G . Математическая обработка данных позволила получить следующий вид уравнения зависимости R_G от τ :

$$R_G = b(e^{n\tau} - 1), \quad (7)$$

где $b = 2,06 \cdot 10^{10}, \text{ м}^{-1}$; $n = 1,34 \cdot 10^{-4}, \text{ с}^{-1}$.

Проверена адекватность полученной расчетной зависимости (7) с удовлетворительной сходимостью при оптимальных параметрах ведения процесса разделения, полученных ранее [4].

Решая систему уравнений методом неопределенных коэффициентов [5], получили уравнение, позволяющее рассчитать значение массовой доли красителя в произвольном сечении аппарата:

$$X_K = X_{K0} + \frac{\Delta PF [X_{K0} - (1 - \phi)]}{vVn(R_M - b)} \left[n\tau + \ln \frac{R_M}{R_M + b(e^{n\tau} - 1)} \right]. \quad (8)$$

Зная изменение массовой доли красителя в произвольном сечении от времени, нашли оптимальное время и степень концентрирования сточных вод, содержащих активные красители, в зависимости от изменения значений сопротивления слоя геля

над мембраной. Для определения адекватности полученной модели сравнивали экспериментальные и расчетные значения X_K за определенные промежутки времени, которые приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Коэффициент вязкости динамический $\nu \cdot 10^6, \text{ нс}\cdot\text{м}^{-2}$	Сопротивление слоя геля $R_G \cdot 10^{-12}, \text{ м}^{-1}$	Сопротивление мембраны $R_M \cdot 10^{-12}, \text{ м}^{-1}$	Длина мембраны общая $l \cdot 10^{-3}, \text{ м}$	Время процесса разделения $\tau \cdot 10^{-3}, \text{ с}$	Расчетная концентрация $X_K', \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$	Фактическая концентрация $X_K, \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$	Относительная ошибка $\sigma, \%$
1,01	0,01	4,12	2,4	1,2	0,41	0,40	-2,44
1,01	0,01	4,12	4,8	2,4	0,43	0,41	-4,65
1,02	0,02	4,12	7,2	3,6	0,47	0,45	-4,25
1,02	0,04	4,12	14,4	7,2	0,79	0,75	-5,06
1,02	0,06	4,12	21,6	10,8	0,98	0,97	-1,02
1,03	0,47	4,12	36,0	14,4	1,45	1,49	+2,76
1,03	1,09	4,12	43,2	18,0	2,87	2,83	-1,39
1,05	1,85	4,12	50,4	21,8	5,67	5,32	-6,17
1,05	2,11	4,12	57,6	25,5	14,34	15,22	+5,92
1,06	3,99	4,12	64,8	28,3	17,23	17,01	-1,27
1,07	7,87	4,12	72,0	36,2	34,23	35,11	+2,56
1,07	14,34	4,12	82,6	38,4	64,35	68,45	+6,37

Проведены исследования по повышению селективности и проницаемости полимерных мембран по отношению к активным красителям. Так как молекулы активных красителей имеют значительно меньший радиус (6,8...7,1Å), по сравнению с размерами

пор мембран (300...500Å), то были опробованы различные добавки (крахмал, сульфат цинка, ДЦУ) в разделяемый раствор для связывания и коагулирования молекул красителя. Самые высокие показатели по разделению получены после введения в раствор

красителя препарата ДЦУ (предконденсат дициандиамида с формальдегидом) при концентрации 1,5...2,0 г/л, с давлением на входе в мембранные элементы с фторпластовым селективным слоем 0,3...0,4 МПа, температуре 290...310 К [6].

Возможность технологии повторного использования активных красителей баромембранными методами доказана в лабораторных и производственных условиях. Локальному разделению подвергали растворы после крашения пряжи кубовыми красителями периодическим способом на аппарате АКДУ-6 (фабрика "Свет", Владимирская область) [7] с целью концентрирования их до такой концентрации, при которой возможно повторное использование. Изготовлена и сдана в постоянную эксплуатацию установка для разделения отработанных растворов красителей производительностью 3 м³/ч по пермеату. Селективность мембран при оптимальном давлении 0,3...0,4 МПа остается практически постоянной и составляет 96...98%. Положительными технико-экономическими результатами от использования данной технологии в красильном производстве является уменьшение расхода воды на 70...85%, экономия активных красителей в объеме 20...25% в технологическом процессе. Ожидаемый общий экономический эффект от использования технологии баромембранного разделения стоков, содержащих активные красители, составляет 11,6 млн. руб. в год.

ВЫВОДЫ

1. Предлагаемая модель дает возможность рассчитать концентрацию активных красителей в разделяемой сточной воде в зависимости от увеличения сопротивления слоя геля.
2. Расчетное $R_{г\text{кр}} = 0,1R_M$ соответствует времени процесса 5,3 часа, что совпадает с экспериментальными данными.
3. Относительная ошибка X_K находится в пределах от -6,17 до +6,37 %, что также подтверждает справедливость используемых для расчета соотношений.
4. Доказана возможность повторного применения активного красителя в основном про-

изводстве в качестве добавки к свежему красителю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог ВНИИСС и НИИТЭХИМ. Мембраны и мембранная техника. – Черкассы, 1999.
2. Невский А.В., Мешалкин В.П., Шарнин В.А. Анализ и синтез водных ресурсосберегающих химико-технологических систем. – М.: Наука, 2004.
3. Осадчий Ю.П., Блиничев В.Н. Баромембранная очистка сточных вод, содержащих пигменты и кислотные красители // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6. С.54...56.
4. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. – М.: Химия, 1999.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М.: Наука, 1996.
6. Способ очистки сточных вод от красителей и/или органических веществ, содержащих сульфогруппы: пат. 2083509 РФ: МПК С02 9/00, С02Г Ю.П. Осадчий, Е.Н. Афанасьева: заявл.24.09.1995; опубл. 29.04.96, бюллетень №24.
7. Осадчий Ю.П. Повышение эффективности процессов разделения стоков предприятий химической и текстильной отраслей промышленности на компоненты с применением полимерных мембран: Дис....докт. техн. наук. – М., 2017.

REFERENCES

1. Katalog VNISS i NIITEKhIM. Membrany i membrannaya tekhnika. – Cherkassy, 1999.
2. Nevskiy A.V., Meshalkin V.P., Sharnin V.A. Analiz i sintez vodnykh resursosberegayushchikh khimiko-tekhnologicheskikh sistem. – M.: Nauka, 2004.
3. Osadchiy Yu.P., Blinichev V.N. Baromembrannaya ochistka stochnykh vod, soderzhashchikh pigmenty i kislotnye krasiteli // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2007, №6. S.54...56.
4. Beskov V.S., Safronov V.S. Obshchaya khimicheskaya tekhnologiya i osnovy promyshlennoy ekologii. – M.: Khimiya, 1999.
5. Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike. – M.: Nauka, 1996.
6. Sposob ochistki stochnykh vod ot krasiteley i/ili organicheskikh veshchestv, soderzhashchikh sul'fo-gruppy: pat. 2083509 RF: MPK S02 9/00, S02G Yu.P. Osadchiy, E.N. Afanas'eva: zayavl.24.09.1995; opubl. 29.04.96, byulleten' №24.
7. Osadchiy Yu.P. Povyshenie effektivnosti protsessov razdeleniya stokov predpriyatiy khimicheskoy i tekstil'noy otrasley promyshlennosti na komponenty s primeneniem polimernykh membran: Dis....dokt. tekhn. nauk. – M., 2017.

Рекомендована кафедрой автомобильного транспорта и дорог. Поступила 25.03.19.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ,
ОБРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ РАСТВОРОМ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЦОДЕЖДЫ**

**STUDY OF THE INDICATORS OF QUALITY
OF COTTON TISSUE FABRIC,
PROCESSED BY TECHNOLOGICAL SOLUTION
FOR THE PRODUCTION OF SPECIALTY**

С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, Т.Д. КАДИРОВ, М.К. РАСУЛОВА, И.Р. АБЕНОВА, А.Ж. ТАЛГАТБЕКОВА
S.SH. TASHPULATOV, T.D. KADIROV, M.K. RASULOVA, I.R. ABENOVA, A.ZH. TALGATBEKOVA

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: ssht61@mail.ru; a.talgatbekova@atu.kz

Статья посвящена исследованию физико-механических свойств хлопчатобумажной ткани, обработанной технологическим раствором текстильно-вспомогательного вещества на основе ПЭГ-400 полиэтиленгликоля различной концентрации, для изготовления одежды. Определено, что при обработке технологическим раствором ТВВ, соответствующей концентрации, улучшаются показатели усадки, несминаемости и прочности хлопчатобумажной ткани.

This article is devoted to the study of the physicomachanical properties of cotton fabric treated with a technological solution of textile auxiliary materials based on PEG-400 polyethylene glycol of various concentrations, for the manufacture of clothing. It was determined that the processing of the TVB technological solution, corresponding to the concentration, improves the shrinkage, crushiness and strength of cotton fabric.

Ключевые слова: хлопчатобумажная ткань, текстильно-вспомогательное вещество, полиэтиленгликоль, концентрация, усадка, несминаемость, разрывная нагрузка, разрывное удлинение.

Keywords: cotton fabric, textile auxiliary substance, polyethylene glycol, concentration, shrinkage, crush strength, breaking load, breaking strength.

Текстильная промышленность сегодня является центральным звеном в развитии промышленного производства страны. Развитие текстильной промышленности в Узбекистане связано с решением многих экономических и социальных задач, в том числе: обеспечение высокого уровня занятости населения и расширение ассортимента товаров народного потребления. Узбекистан с древних времен является производителем

природных волокнистых материалов и текстильной продукции из них.

В повышении конкурентоспособности национальной экономики за счет углубления структурных преобразований важнейшую роль играет дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень. Новые разработки, направленные на опережающее развитие высокотехнологичных обрабаты-

вающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции и технологий, обеспечат на этой основе конкурентоспособность отечественных товаров на внешних и внутренних рынках.

В связи с этим не только увеличение выпуска тканей, но и улучшение их качества путем постоянного совершенствования технологии отделки тканей и разработки новых прогрессивных технологических процессов с применением отечественных препаратов и увеличение ассортимента готовых изделий из натуральных тканей является актуальным.

Одним из важных требований со стороны потребителя к качеству выпускаемых готовых тканей являются показатели их физико-механических свойств [1].

Анализ работы оборудования отечественных текстильных предприятий показал значительное отклонение от нормы по усадкам и протяжкам по технологическим переходам (крашение, аппретирование, механическая усадка). Это явление – следствие несоблюдения технологических параметров обработки ткани на оборудовании, вызванное в первую очередь недостаточной степенью оснащенности средствами технологического контроля [1].

В зависимости от способа обработки материала различают усадку тканей после стирки, после замачивания и после глажения. Вид усадки определяется условиями эксплуатации текстильных изделий [2].

В настоящее время импортные ткани дорогие, кроме этого по волокнистому составу они не отвечают требованиям климатических условий Узбекистана. Улучшение качества выпускаемой одежды связано с необходимостью использования качественных текстильных материалов и пакетов с известными физико-механическими и технологическими свойствами.

Целью данной работы является исследование усадки хлопчатобумажной ткани, об-

работанной технологическим раствором текстильно-вспомогательного вещества (ТВВ) различной концентрации на основе ПЭГ-400 полиэтиленгликоля для изготовления спецодежды.

В качестве объектов исследования усадки текстильных материалов выбраны отечественные хлопчатобумажные ткани поверхностной плотностью 218 г/м², используемые при изготовлении специальных одежд, обработанных технологическим раствором текстильно-вспомогательного вещества различной концентрации и на основе ПЭГ-400 полиэтиленгликоля в лабораторных условиях. Расход технологического раствора составил 15...50 мл на образец 150×250 мм. Сушка осуществлялась естественным и контактным способами.

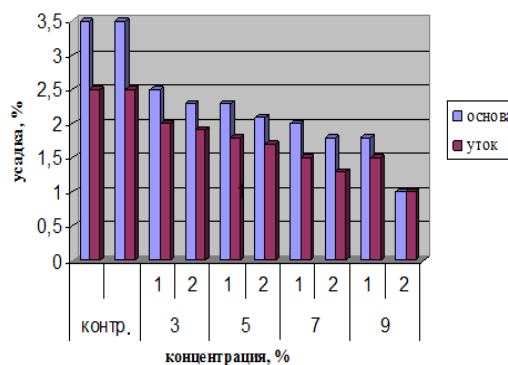


Рис. 1

Поскольку стирка спецодежды выполняется чаще всего в силу их высокой загрязненности, то оценить пригодность тканей возможно с помощью показателя – усадки после стирок. Усадку определяли по существующей методике [3], а результаты исследований приведены в табл. 1 (усадка хлопчатобумажной ткани, обработанной технологическим раствором ТВВ после стирки) и на рис. 1 (усадка хлопчатобумажной ткани в зависимости от концентрации ТВВ (1 – естественный способ сушки, 2 – контактный способ сушки)) в виде диаграммы.

Таблица 1

№	Усадка хлопчатобумажных тканей, %								Контрольная		
	Способ сушки	Концентрация ТВВ, %								основа	уток
		3		5		7		9			
		основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток		
1	Естественная	2,5	2,0	2,3	1,8	2,0	1,5	1,8	1,5	3,5	2,5
2	Контактная	2,3	1,9	2,1	1,7	1,8	1,3	1,0	1,0		

После стирки, полоскания в чистой воде, отжима и сушки рассчитывают усадку по формуле:

$$Y_1 = 100(L_1 - L_2) / L_1,$$

где L_1 – длина или ширина материала до обработки, мм; L_2 – длина или ширина материала после обработки, мм.

Из результатов исследований, приведенных в табл. 1, видно, что наименьшая усадка тканей как по основе, так и по утку наблюдается в образцах при обработке тканей технологическим раствором ТВВ 9%-ной концентрации. Высокий показатель дает контактный способ сушки.

Текстильные материалы часто находятся в непосредственном соприкосновении с

водой. В быту они неоднократно подвергаются стиркам, не исключена возможность смятия промокшей под дождем одежды и т.д. Исходя из этого, возникает необходимость изучения несминаемости текстильных материалов.

Обработанные ткани испытывались на сминаемость [4] при удельном давлении 0,1 МПа, длительности нагружения 11 мин с продолжительностью пролежки 10 мин. Сминаемость тканей характеризовалась суммой углов восстановления по основе и по утку (табл. 2 – несминаемость хлопчатобумажной ткани, обработанной ТВВ и рис. 2 – несминаемость хлопчатобумажной ткани в зависимости от концентрации ТВВ).

Таблица 2

№	Способ сушки	Концентрация ТВВ, в %.			
		3	5	7	9
1	Естественная	52/61	62/70	72/78	77/72
2	Контактная	57/62	67/68	75/73	77/65

Примечание. В числителе – основа, в знаменателе – уток.

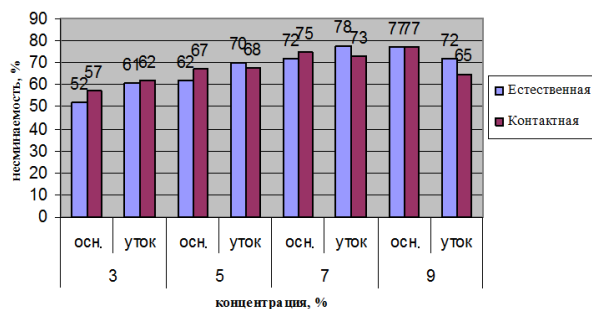


Рис. 2

Измерение углов восстановления производилось после выдерживания подготовленных образцов в стандартных условиях с 60%-ной относительной влажностью воздуха при температуре 18...20°C в течение 16 часов.

Исследованиями определено, что ткань, обработанная по традиционной технологии, имеет сминаемость несколько выше (в среднем на 21°) по сравнению с обработанной ТВВ тканью.

Таким образом, наилучший эффект был получен при обработке хлопчатобумажной ткани технологическим раствором ТВВ

7%- и 9%-ной концентрации с естественной и контактной сушкой. Поэтому, исходя из условий сушки, можно подбирать оптимальную концентрацию ТВВ для обработки хлопчатобумажной ткани с целью получения наилучших показателей несминаемости.

Текстильные материалы в одежде чаще всего испытывают деформацию растяжения. Силы, действующие на материал, различны по величине. При этом важное значение приобретает разрывная нагрузка материала, химическая модификация которого обеспечивает достаточную величину его прочности.

Удлинение ткани характеризует ее сопротивляемость воздействию растягивающих усилий. Чем большую разрывную нагрузку выдерживает ткань, тем выше ее сопротивляемость растяжению.

Удлинение ткани определяется на разрывной машине АГ-1, обычно вместе с определением разрывной нагрузки. Удлинение ткани к моменту ее разрыва называется разрывным удлинением.

Для определения прочности ткани после обработки технологическим раствором ТВВ использовались методы экспериментальных исследований в условиях сертификационной лаборатории "CENTEXUZ" при Таш-

кентском институте текстильной и легкой промышленности [4]. Результаты исследований приведены в табл. 3 (прочность ткани после обработки технологическим раствором ТВВ).

Т а б л и ц а 3

	Разрывная нагрузка, Н									
	Концентрация ТВВ, %									
	Контрольная		3		5		7		9	
Средний	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток
	403,1	376,3	424	384	448	385	462	390	465	400
Средний	Разрывное удлинение, %									
	25	26,2	27,2	28,6	28,5	30,7	29,3	31,9	29,9	32,8

ВЫВОДЫ

Из результатов исследований, приведенных в табл. 3, видно, что наилучшие показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения получены при обработке тканей технологическим раствором ТВВ концентрации 7 и 9%. При этом разрывная нагрузка составила по основе 462 Н и 390 Н по утку при концентрации 7%; при концентрации технологического раствора 9%: 465 Н по основе и 400 Н по утку. Показатели разрывного удлинения полностью коррелируют с показателями разрывной нагрузки и имеют следующие значения: 29,3 и 31,9% при применении 7%-ного раствора, 29,9 и 32,8% – при 9%-ном.

Определено, что при обработке технологическим раствором ТВВ соответствующая концентрация сорбируется на поверхности волокон ткани, пластифицирует их, переводя полимер из застеклованного в высокоэластичное состояние, проникая внутрь волокон за счет парциальных давлений на границе раздела фаз.

Учитывая полученные результаты исследований можно заключить, что, исходя из целей использования хлопчатобумажных тканей, можно получить необходимые показатели их физико-механических свойств путем обработки различными концентрациями технологического раствора ТВВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдукаримова М.З. и др. Химическая технология отделки волокнистых материалов. – Ташкент, 2004.
2. Бузов Б.А., Модестова Т.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение швейного производства – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
3. ГОСТ 30157.1–95. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок.
4. Жерницын Ю.В. Методическое указание по выполнению научно-исследовательских и лабораторных работ по испытанию продукции текстильного назначения. – Ташкент, 2007.

REFERENCES

1. Abdukarimova M.Z. i dr. Khimicheskaya technologya otdelki voloknistykh materialov. – Tashkent, 2004.
2. Buzov B.A., Modestova T.A., Alymenkova. N.D. Materialovedenie shveyrnogo proizvodstva – 4-e izd., pererab. i dop. – M.: Legprombytizdat, 1991.
3. GOST 30157.1–95. Polotna tekstil'nye. Metody opredeleniya izmeneniya razmerov posle mokrykh obrabotok ili khimicheskoy chistki. Rezhimy obrabotok.
4. Zhernitsyn Yu.V. Metodicheskoe ukazanie po vypolneniyu nauchno- issledovatel'skikh i laboratornykh работ po ispytaniyu produktsii tekstil'nogo naznacheniya. – Tashkent, 2007.

Рекомендована отделом организации научной работы работы АТУ. Поступила 01.04.19.

УДК 677.076.49

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ
НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В СОСТАВЕ КОМПЛЕКТОВ ОДЕЖДЫ
НА ТЕРМОМАНЕКЕНЕ
В СОСТОЯНИИ ДВИЖЕНИЯ И ИМИТАЦИИ ПЕРСПИРАЦИИ***

**RESEARCH OF THERMAL INSULATION PROPERTIES
NONWOVEN MATERIAL AS PART OF CLOTHING SETS
ON THE THERMAL MANIKIN
IN A STATE OF MOTION AND IMITATION OF PERSPIRATION***

Е. В. МЕЗЕНЦЕВА, В. Ю. МИШАКОВ

E.V. MEZENTSEVA, V.YU. MISHAKOV

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
ООО "Термопол")

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art),
Thermopol, LLC)

E-mail: yelena_ev@mail.ru; viktormishakov@rambler.ru

Представлено исследование влияния эндогенной влаги на свойства нетканых материалов на примере оценки общей результирующей теплоизоляции комплектов одежды, в состав которых входят различные по волокнистому составу теплоизоляционные слои.

A study on effect of endogenous moisture on the properties of nonwovens by the example of evaluating the total resulting insulation of clothing sets, which include thermal insulating layers of different fiber composition is presented.

Ключевые слова: общая результирующая теплоизоляция, нетканые материалы, теплоизоляция, комплект одежды, термоманекен, перспирация, "Newton", полиакрилатные волокна.

Keywords: total resulting thermal insulation, nonwovens, heat insulation, clothing set, thermal manikin, perspiration, "Newton", polyacrylate fibres.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90010.

*Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number № 19-38-90010.

Целью настоящего исследования является сопоставление показателя теплоизоляции различных нетканых материалов в составе комплектов одежды.

Объектом исследования являются нетканые материалы поверхностной плотностью 150 г/м^2 различного волокнистого состава.

Предметом исследования является влияние эндогенной влаги в процессе перспи-

рации на теплоизоляционные свойства объектов исследования.

В данном исследовании использовался 20-сегментный манекен "Newton", США, с функцией измерения теплоизоляции комплекта одежды во время движения и имитации перспирации [12]. Испытания проводились на базе испытательного центра ООО "Проммаштест".



а)



б)



в)

Рис. 1

Для проведения исследования были изготовлены четыре комплекта одежды (№1, №2, №3, №4) (брюки + куртка) (рис. 1 – внешний вид комплекта одежды (на примере комплекта одежды № 1) для стендовых испытаний: а – комплект одежды №1 на термоманекене "Newton" в климатической камере; б – куртка из комплекта одежды № 1; в – брюки из комплекта одежды № 1). Все изделия имели одинаковую конструкцию, ткани верха и подкладки [10], [2]. Поверхностная плотность нетканых материалов составляла 150 г/м^2 (2 слоя), что позволило реализовать принцип многослойности для теплоизоляционного слоя и увеличить количество инертного слоя воздуха [1, с.7], заключенного между слоями материалов. Различие заключалось в волокнистом составе нетканых материалов (рис. 2 – волокнистый состав теплоизоляционных нетканых материалов в исследуемых комплектах одежды). В комплекте

одежды № 4 использовался "зонированный" принцип распределения теплоизоляционного слоя [3...5], [7], [9], [13].



Рис. 2

В комплекте одежды № 4 в области головы, груди, спины, бедер, плеч применялся нетканый материал, состоящий из 45% полиэфирных волокон, 35% полиакрилатных волокон и 20% легкоплавких волокон; в остальных зонах – нетканые материалы из 80% полиэфирных волокон и 20% легкоплавких волокон [6], [8].

В данном исследовании для изготовления комплектов одежды применялись тка-

ни, обеспечивающие воздухопроницаемость в изделиях не более $10 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$. Так как все комплекты одежды имели идентичные ткани и конструкцию, то для сравнительной оценки свойств теплоизоляционных нетканых материалов достаточно оценить теплоизоляционные свойства комплектов при одинаковых условиях внешней среды, выбранных согласно ГОСТ ISO 15831 [11] и представленных в табл. 1 (режимы проведения испытаний на термоманекене в климатической камере).

Т а б л и ц а 1

Показатель	Значение
Температура окружающей среды T_{α} , °С	10,00
Относительная влажность воздуха RH, %	60,00
Скорость ветра v_{α} , м/с	0,40
Общая площадь поверхности корпуса манекена A, м ²	1,81

На рис. 3 представлена схема расположения сегментов и их площадей термоманекена "Newton" [14]. В табл. 2 представлены обозначение сегментов и их площадей термоманекена.

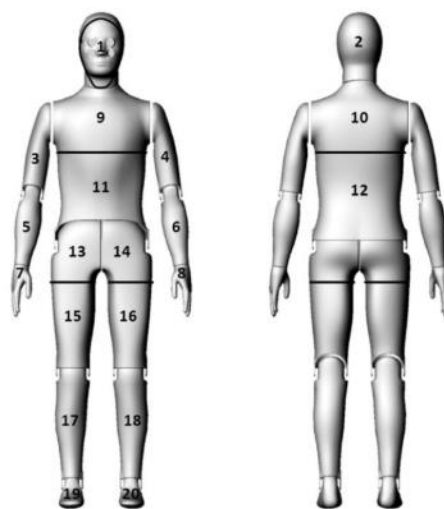


Рис. 3

Т а б л и ц а 2

№ сегмента п/п	Обозначение сегмента	Площадь поверхности сегмента a_i , м ²
1	Лицо	0,0475
2	Голова (затылок)	0,0972
3	Правое плечо	0,0836
4	Левое плечо	0,0836
5	Правое предплечье	0,0648
6	Левое предплечье	0,0648
7	Правая кисть	0,0460
8	Левая кисть	0,0460
9	Грудь	0,1210
10	Плечи (верхняя часть спины)	0,1009
11	Живот	0,1192
12	Поясница (нижняя часть спины)	0,0940
13	Правая тазовая часть	0,0760
14	Левая тазовая часть	0,0760
15	Правое бедро	0,1519
16	Левое бедро	0,1519
17	Правая голень	0,1351
18	Левая голень	0,1351
19	Правая стопа	0,0597
20	Левая стопа	0,0597

После достижения системой устойчивых условий, при которых температура поверхности сегментов корпуса термоманекена (T_{si} , °С) и подача теплового потока (H_{ci} , Вт) на сегменты в течение 10 мин остаются постоянными в пределах $\pm 0,2$ °С и $\pm 2\%$ соответственно [11, с.11], были зафиксированы значения температуры поверхнос-

тей сегментов корпуса термоманекена (T_{si} , °С) и подачи энергии (H_{ci} , Вт) на сегменты корпуса термоманекена в течение цикла испытания с интервалом не реже чем одна минута [11, с. 11]. Были вычислены средние арифметические значения показателей температуры поверхности сегментов корпуса термоманекена для каждого комплекта

одежды ($\bar{T}_{si_1}, \bar{T}_{si_2}, \bar{T}_{si_3}, \bar{T}_{si_4}, \text{ }^\circ\text{C}$) и взвешенного по площади теплового потока для каждого сегмента термоманекена ($\bar{Q}_{i_1}, \bar{Q}_{i_2}, \bar{Q}_{i_3}, \bar{Q}_{i_4}, \text{ Вт/м}^2$), вычисленного по формуле (1), коэффициенты вариации ($C_{vi_1}, C_{vi_2}, C_{vi_3}, C_{vi_4}, \%$) вычислялись по формуле (2):

$$Q_i = \frac{H_{ci}}{a_i}, \quad (1)$$

$$C_{vi} = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_i}, \quad (2)$$

где σ_i – среднее квадратическое отклонение показателя отдельного сегмента термоманекена, вычисленное по формуле 3; \bar{x}_i – среднее арифметическое показателя для отдельного сегмента термоманекена, вычисленное по формуле 4.

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x}_i)^2}{n}}, \quad (3)$$

где $x_i - \bar{x}_i$ – отклонения отдельных результатов от среднего; n – общее число измерений.

$$\bar{x}_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (4)$$

где $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ – отдельные результаты измерений; n – общее число измерений.

В ходе проведения стендовых испытаний на термоманекене значения результирующей общей теплоизоляции одежды комплектов одежды для отдельных сегментов ($I_{tri_1}, I_{tri_2}, I_{tri_3}, I_{tri_4}, \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$) и результирующая общая теплоизоляция для каждого комплекта одежды ($I_{tr_1}, I_{tr_2}, I_{tr_3}, I_{tr_4}, \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$), подсчитывались исходя из двух испытаний: серийного – (1) и параллельного – (2) по формулам 5 и 6 соответственно, результаты представлены в табл. 3 (данные результирующей общей теплоизоляции комплектов одежды и отдельных сегментов, полученные в состоянии движения и имитации перспирации термоманекена).

$$I_{tri} = \frac{(T_{si} - T_a)a_i}{H_{ci}}, \quad (5)$$

$$I_{tr} = \sum_i f_i \left[\frac{(T_{si} - T_a)a_i}{H_{ci}} \right], \quad (6)$$

где f_i – доля общей площади поверхности корпуса термоманекена, представленная

площадью поверхности сегмента i (формула (7)).

$$f_i = \frac{a_i}{A}. \quad (7)$$

Для серийных и параллельных испытаний пределы повторяемости (сходимости) γ результатов для каждого отдельного комплекта одежды составили не более 3% (табл. 3).

В табл. 3 представлены значения среднего арифметического, вычисленного по формуле (4), среднего геометрического (формула (8)) и среднего гармонического (формула (9)):

$$\bar{I}_{tr_{геом}} = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n}, \quad (8)$$

$$\bar{I}_{tr_{гарм}} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}}, \quad (9)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – отдельные результаты измерений; n – общее число измерений.

В данном исследовании, при имеющемся пределе повторяемости γ , а также близких по значениям среднего арифметического, среднего геометрического и среднего гармонического, результаты серийного и параллельного испытаний для каждого отдельного комплекта одежды являются приемлемыми, и в качестве окончательных данных результирующей общей теплоизоляции для каждого комплекта одежды было принято среднее арифметическое значение результатов серийного и параллельного испытаний ($\bar{I}_{tr_1}, \bar{I}_{tr_2}, \bar{I}_{tr_3}, \bar{I}_{tr_4}, \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$) (табл. 3).

На рис. 4 представлены данные результирующей общей теплоизоляции комплектов одежды для отдельных сегментов термоманекена в состоянии движения и перспирации, $^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$.

Согласно данным, представленным на рис. 4 и в табл. 3, можно сделать следующие выводы.

Наибольшее значение результирующей общей теплоизоляции наблюдается у комплекта одежды № 3 по сравнению с другими комплектами одежды в районе пояса (нижней части спины) – сегмент № 12 ($I_{tri_3} = 0,581 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$).

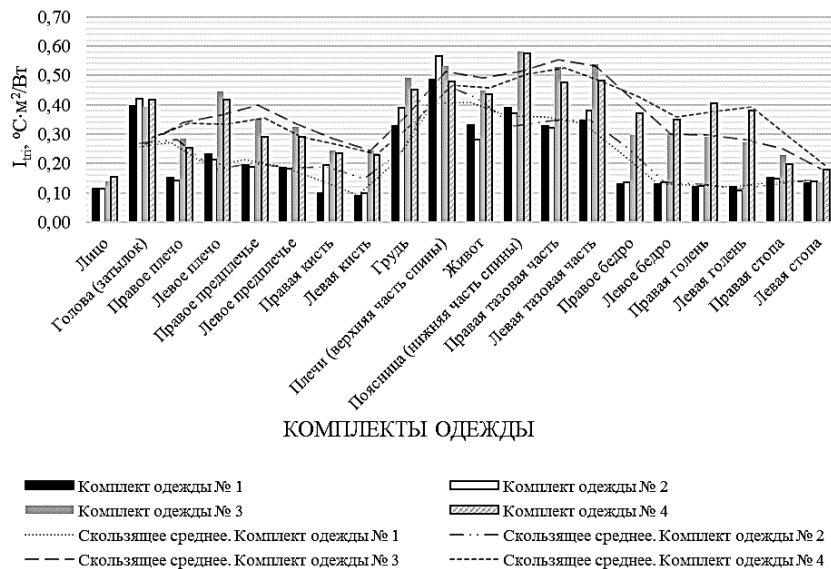


Рис. 4

Наименьшее значение результирующей общей теплоизоляции наблюдается у комплекта одежды № 1 по сравнению с другими комплектами одежды в районе левой кисти – сегмент № 8 ($I_{tri_1} = 0,089^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 1 ни для одного из 20 сегментов не является максимальным по сравнению со значениями остальных комплектов одежды.

Значения результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 1 являются наименьшими по сравнению с остальными комплектами одежды: в районе лица – сегмент № 1 ($I_{tri_1} = 0,115^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районах правой ($I_{tri_1} = 0,098^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левой ($I_{tri_1} = 0,089^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) кистей – сегменты № 7 и № 8, в районе груди – сегмент № 9 ($I_{tri_1} = 0,327^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районе левой тазовой части – сегмент № 14 ($I_{tri_1} = 0,347^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районах правого ($I_{tri_1} = 0,128^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_1} = 0,131^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) бедер – сегменты № 15 и № 16, в районе правой голени – сегмент № 17 ($I_{tri_1} = 0,121^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), а также в районе левой стопы – сегмент № 20 ($I_{tri_1} = 0,134^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 2 является наибольшим по сравнению с остальными комплектами одежды: в районе головы (затылка) – сегмент № 2 ($I_{tri_2} =$

$=0,422^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), а также в районе плеч (верхней части спины) – сегмент № 10 ($I_{tri_2} = 0,565^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$).

Значения результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 2 являются наименьшими по сравнению с остальными комплектами одежды: в районах правого ($I_{tri_2} = 0,143^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_2} = 0,214^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) плеч – сегменты № 3 и № 4, в районах правого ($I_{tri_2} = 0,190^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_2} = 0,183^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) предплечий – сегменты № 5 и № 6, в районе живота – сегмент № 11 ($I_{tri_2} = 0,282^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районе поясницы (нижней части спины) – сегмент № 12 ($I_{tri_2} = 0,371^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районе правой тазовой части – сегмент № 13 ($I_{tri_2} = 0,321^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), а также в районе правой стопы – сегмент № 19 ($I_{tri_2} = 0,150^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 3 является наибольшим по сравнению с остальными комплектами одежды: в районах правого ($I_{tri_3} = 0,285^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_3} = 0,445^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) плеч – сегменты № 3 и № 4, в районах правого ($I_{tri_3} = 0,353^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_3} = 0,324^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) предплечий – сегменты № 5 и № 6, в районах правой ($I_{tri_3} = 0,243^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левой ($I_{tri_3} = 0,244^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) кистей – сегменты № 7 и № 8, в районе груди – сегмент № 9 ($I_{tri_3} =$

=0,493°C·м²/Вт), в районе живота – сегмент № 11 ($I_{tri_3} = 0,449°C·м²/Вт$), в районе поясницы (нижней части спины) – сегмент № 12 ($I_{tri_3} = 0,581°C·м²/Вт$), в районе правой ($I_{tri_3} = 0,528°C·м²/Вт$) и левой ($I_{tri_3} = 0,537°C·м²/Вт$) тазовых частей – сегменты № 13 и № 14, а также в районе правой стопы – сегмент № 19 ($I_{tri_3} = 0,228°C·м²/Вт$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 3 является наименьшим, в сравнении с остальными комплектами одежды; только в одном сегменте в районе головы (затылок) – сегмент № 2 ($I_{tri_3} = 0,394°C·м²/Вт$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 4 является наибольшим по сравнению с другими комплектами одежды: в районе лица – сегмент № 1 ($I_{tri_4} = 0,156°C·м²/Вт$), в районах правого ($I_{tri_4} = 0,370°C·м²/Вт$) и левого ($I_{tri_4} = 0,350°C·м²/Вт$) бедер – сегменты № 15 и № 16, в районах правой ($I_{tri_4} = 0,405°C·м²/Вт$) и левой ($I_{tri_4} = 0,382°C·м²/Вт$) голени – сегменты № 17 и № 18, а также в районе левой стопы – сегмент № 20 ($I_{tri_4} = 0,180°C·м²/Вт$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 4 явля-

ется наименьшим, как и в комплекте одежды № 3, по сравнению с остальными комплектами одежды; только в одном сегменте, в районе плеч (верхней части спины) – сегмент № 10 ($I_{tri_3} = 0,480°C·м²/Вт$).

В комплекте одежды № 3 наблюдается наибольшее число сегментов (12 сегментов), в которых значение результирующей общей теплоизоляции отдельных сегментов выше по сравнению с результирующей общей теплоизоляции отдельных сегментов остальных комплектов одежды, однако их общий вклад в результирующую общую теплоизоляцию всего комплекта одежды №3 суммарно меньше по сравнению с комплектом одежды № 4, где число сегментов с наибольшим значением результирующей общей теплоизоляции – 6 (в комплекте одежды № 4 результирующая общая теплоизоляция выше по сравнению с результирующей общей теплоизоляцией комплекта одежды № 3 на 0,011°C·м²/Вт).

В комплекте одежды № 1 наблюдается наибольшее число сегментов (9 сегментов), в которых значение результирующей общей теплоизоляции ниже по сравнению с результирующей общей теплоизоляцией остальных комплектов одежды.

Таблица 3

№ сегмента п/п	Комплект одежды № 1					Комплект одежды № 2					Комплект одежды № 3					Комплект одежды № 4				
	$I_{tri_1(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_1(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_1(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_1(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tr,арифм.}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_2(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_2(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_2(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_2(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tr,арифм.}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_3(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_3(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_3(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_3(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tr,арифм.}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_4(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_4(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_4(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_4(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tr,арифм.}$, °C·м²/Вт
1	0,112	0,003	0,118	0,003	0,115	0,126	0,003	0,104	0,003	0,115	0,154	0,004	0,122	0,003	0,138	0,153	0,004	0,158	0,004	0,156
2	0,429	0,023	0,362	0,019	0,396	0,371	0,020	0,473	0,025	0,422	0,415	0,022	0,373	0,020	0,394	0,424	0,023	0,412	0,022	0,418
3	0,156	0,007	0,147	0,007	0,152	0,139	0,006	0,146	0,007	0,143	0,277	0,013	0,292	0,013	0,285	0,240	0,011	0,266	0,012	0,253
4	0,236	0,011	0,228	0,010	0,232	0,214	0,010	0,213	0,010	0,214	0,437	0,020	0,452	0,021	0,445	0,404	0,019	0,432	0,020	0,418
5	0,198	0,007	0,190	0,007	0,194	0,193	0,007	0,186	0,007	0,190	0,335	0,012	0,372	0,013	0,353	0,285	0,010	0,299	0,011	0,292
6	0,185	0,007	0,185	0,007	0,185	0,189	0,007	0,177	0,006	0,183	0,317	0,011	0,330	0,012	0,324	0,288	0,010	0,294	0,010	0,291
7	0,098	0,002	0,098	0,002	0,098	0,162	0,004	0,228	0,006	0,195	0,240	0,006	0,246	0,006	0,243	0,236	0,006	0,236	0,006	0,236
8	0,088	0,002	0,089	0,002	0,089	0,102	0,003	0,098	0,002	0,100	0,243	0,006	0,245	0,006	0,244	0,233	0,006	0,226	0,006	0,230
9	0,341	0,023	0,313	0,021	0,327	0,326	0,022	0,454	0,030	0,390	0,523	0,035	0,463	0,031	0,493	0,428	0,029	0,478	0,032	0,453
10	0,611	0,034	0,363	0,020	0,487	0,426	0,024	0,704	0,039	0,565	0,536	0,030	0,531	0,030	0,533	0,472	0,026	0,489	0,027	0,480
11	0,324	0,021	0,341	0,022	0,332	0,271	0,018	0,293	0,019	0,282	0,475	0,031	0,422	0,028	0,449	0,429	0,028	0,444	0,029	0,436
12	0,400	0,021	0,379	0,020	0,390	0,377	0,020	0,366	0,019	0,371	0,533	0,028	0,628	0,033	0,581	0,558	0,029	0,593	0,031	0,575
13	0,325	0,014	0,334	0,014	0,329	0,337	0,014	0,305	0,013	0,321	0,512	0,021	0,544	0,023	0,528	0,465	0,019	0,487	0,020	0,476
14	0,333	0,014	0,361	0,015	0,347	0,403	0,017	0,356	0,015	0,380	0,501	0,021	0,573	0,024	0,537	0,465	0,019	0,503	0,021	0,484
15	0,130	0,011	0,127	0,011	0,128	0,135	0,011	0,139	0,012	0,137	0,282	0,024	0,310	0,026	0,296	0,364	0,030	0,376	0,031	0,370
16	0,134	0,011	0,129	0,011	0,131	0,136	0,011	0,134	0,011	0,135	0,298	0,025	0,308	0,026	0,303	0,345	0,029	0,355	0,030	0,350
17	0,123	0,009	0,118	0,009	0,121	0,122	0,009	0,124	0,009	0,123	0,285	0,021	0,296	0,022	0,290	0,397	0,030	0,413	0,031	0,405
18	0,122	0,009	0,121	0,009	0,121	0,113	0,008	0,103	0,008	0,108	0,270	0,020	0,274	0,020	0,272	0,363	0,027	0,400	0,030	0,382
19	0,144	0,005	0,160	0,005	0,152	0,155	0,005	0,145	0,005	0,150	0,225	0,007	0,231	0,008	0,228	0,174	0,006	0,221	0,007	0,197
20	0,128	0,004	0,140	0,005	0,134	0,146	0,005	0,134	0,004	0,140	0,132	0,004	0,139	0,005	0,136	0,141	0,005	0,219	0,007	0,180
Σ	-	0,238	-	0,219	0,229	-	0,224	-	0,250	0,237	-	0,362	-	0,369	0,366	-	0,366	-	0,388	0,377
$\bar{I}_{tri_{рез}}^2$, °C·м²/Вт	-	-	-	-	0,228	-	-	-	-	0,237	-	-	-	-	0,366	-	-	-	-	0,377
$\bar{I}_{tri_{рез}}^2$, °C·м²/Вт	-	-	-	-	0,228	-	-	-	-	0,236	-	-	-	-	0,366	-	-	-	-	0,377
$r, \%$	-	-	-	-	1,865	-	-	-	-	2,643	-	-	-	-	0,640	-	-	-	-	2,189

Использование термоманекена с функцией измерения показателя теплоизоляции в режиме движения и имитации перспирации позволило провести исследование влияния эндогенной влаги в процессе перспирации на исследуемые теплоизоляционные нетканые материалы.

Полученные данные в ходе исследования комплектов одежды позволили сравнить эффективность работы в режиме движения и перспирации исследуемых теплоизоляционных нетканых материалов путем расчета и сравнения как результирующей общей теплоизоляции отдельных сегментов термоманекена, так и результирующей общей теплоизоляции комплектов одежды.

Выявлено, что наиболее целесообразным для получения максимального полезного эффекта в условиях движения и перспирации с учетом величины результирующей общей теплоизоляции является применение "зонированного" принципа распределения теплоизоляционных нетканых материалов (область головы, груди, спины, бедер, плеч – нетканый материал, состоящий из 45% полиэфирных волокон, 35% полиакрилатных волокон и 20% легкоплавких волокон; остальные зоны – нетканый материал, состоящий из 80% полиэфирных волокон и 20% легкоплавких волокон).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьева Р.Ф.* Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. *Готовкина М.С., Мезенцева Е.В.* Маркетинговый анализ конъюнктуры рынка теплоизоляционной верхней зимней одежды (на примере Курской и Белгородской областей) // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. – 2018. Т. 4, № 4.
3. *Иванов В.В., Мезенцева Е.В.* Научные исследования как неотъемлемый фактор внедрения инноваций (на примере деятельности заводов нетканых материалов "Термопол", Холлофайбер™ // Мат. XX Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2017), 22-26 мая 2017 г. – Иваново: ИВГПУ, 2017. С.25...31.
4. *Иванов В.В., Мезенцева Е.В.* Одежда – это теплоизоляция [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Москва: Аргументы и Факты, 2019. – режим доступа к журн.: https://e-mm.ru/b2b/brand/3598/hollofajber/article/4778/odezhda_jeto_teploizolya_ciya/

5. *Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю.* Вопросы термоизоляции одежды: что делать? Как делать? // Легкая промышленность. Курьер. – 2018, № 7. С.16...17.

6. *Мезенцева Е.В.* Инновационные методы создания термоизоляционных саморегулирующихся волокнистых систем в "умной одежде" // Мат. XXI Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018). Ч.2, 26-28 сентября 2018 г. – Иваново: ИВГПУ, 2018. С.78...81.

7. *Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю.* Перспективные подходы к повышению термоизоляционных свойств одежды: "следующие шаги", технологии, инновации // Мат. XXI Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018). Ч.2, 26-28 сентября 2018 г. – Иваново: ИВГПУ, 2018. С.82...87.

8. *Мезенцева Е.В., Иванов В.В.* Современные модификации сырья для текстильных полотен // Сб. мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). Ч.2. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2018. С.113...116.

9. *Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю.* Современные технологические подходы к повышению теплоизоляционных свойств утепленной одежды // Сб. мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). Ч.1. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. С.160...164.

10. *Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю., Готовкина М.С.* Утепленная верхняя одежда: социологический анализ предпочтений россиян // Дизайн и технологии. – 2018, № 65(107). С. 122...130.

11. ГОСТ ISO 15831–2013. Одежда. Физиологическое воздействие. Метод измерения теплоизоляции на термоманекене. – Введ. 2014-07-01. – М.: ОАО "ВНИИС", 2013.

12. *Gao Ch., Holmér I.* Initial, Transient and Steady State Evaporative Resistance of Impermeable Protective Clothing. Thermal Manikins and Modelling. Sixth international thermal manikin and modelling meeting (6I3M). 2006. P.253...261.

13. *Kasturiya N., Subbulakshmi M., Gupta S. and Raj H.* System Design of Cold Weather Protective Clothing // Defence Science. – 49(5), 1999. P.457...464.

14. *Newton P357 manual; Pang T.Y., Subic A., Akla M.*; Evaluation of thermal and evaporative resistances in cricket helmets using a sweating manikin // Applied Ergonomics. – 45, 2014. P.300...307.

15. *Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Павлов М.А., Кирсанова Е.А.* Разработка метода анализа и расчета эффективного коэффициента теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала // Theoretical & Applied Science. – 2017, № 7 (51). С. 21...27.

16. *Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Кирсанова Е.А., Трещалин Ю.М.* Исследование теплозащитных свойств

нетканых утеплителей в пакетах одежды // Дизайн и технологии. – 2016, №56 (92). С. 73...80.

17. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Павлов М.А., Кирсанова Е.А., Трещалин Ю.М. Теоретическое исследование волоконистых материалов с целью расчета и прогнозирования теплофизических свойств // Дизайн и технологии. – 2017, №57 (93). С.86...91.

REFERENCES

1. Afanas'eva R.F. Gigienicheskie osnovy proektirovaniya odezhdy dlya zashchity ot kholoda. – M.: Legkaya industriya, 1977.

2. Gotovkina M.S., Mezentsseva E.V. Marketingovyy analiz kon'yunktury rynka teploizolyatsionnoy verkhney zimney odezhdy (na primere Kurskoy i Belgorodskoy oblastey) // Nauchnyy rezul'tat. Tekhnologii biznesa i servisa. – 2018. T. 4, № 4.

3. Ivanov V.V., Mezentsseva E.V. Nauchnye issledovaniya kak neot'emlemyy faktor vnedreniya innovatsiy (na primere deyatel'nosti zavodov netkanykh materialov "Termopol", Khollofaybertm // Mat. XX Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2017), 22-26 maya 2017 g. – Ivanovo: IVGPU, 2017. S.25...31.

4. Ivanov V.V., Mezentsseva E.V. Odezhda – eto teploizolyatsiya [Elektronnyy resurs] / Elektron. tekstovye dan. – Moskva: Argumenty i Fakty, 2019. – rezhim dostupa k zhurn.: https://e-mm.ru/b2b/brand/3598/hollofajber/article/4778/odezhda_jeto_teploizolyatsiya/

5. Mezentsseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu. Voprosy termoizolyatsii odezhdy: chto delat'? Kak delat'? // Legkaya promyshlennost'. Kur'er. – 2018, № 7. S.16...17.

6. Mezentsseva E.V. Innovatsionnye metody sozdaniya termoizolyatsionnykh samoreguliruyushchikhsya voloknistykh sistem v "umnoy odezhde" // Mat. XX Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2018). Ch.2, 26-28 sentyabrya 2018 g. – Ivanovo: IVGPU, 2018. S.78...81.

7. Mezentsseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu. Perspektivnye podkhody k povysheniyu termoizolyatsionnykh svoystv odezhdy: "sleduyushchie shagi", tekhnologii, innovatsii // Mat. XXI Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2018). Ch.2, 26-28 sentyabrya 2018 g. – Ivanovo: IVGPU, 2018. S.82...87.

8. Mezentsseva E.V., Ivanov V.V. Sovremennye modifikatsii syr'ya dlya tekstil'nykh poloten // Sb. mat. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018). Ch.2. – M.: RGU imeni A.N. Kosygina, 2018. S.113...116.

9. Mezentsseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu. Sovremennye tekhnologicheskie podkhody k povysheniyu teploizolyatsionnykh svoystv uteplennoy odezhdy // Sb. mat. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018). Ch.1. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2018. S.160...164.

10. Mezentsseva E.V., Mishakov V.Yu., Gotovkina M.S. Uteplennaya verkhnyaya odezhda: sotsiologicheskii analiz predpochteniy rossiyan // Dizayn i tekhnologii. – 2018, № 65(107). S. 122...130.

11. GOST ISO 15831–2013. Odezhda. Fiziologicheskoe vozdeystvie. Metod izmereniya teploizolyatsii na termomanekene. – Vved. 2014-07-01. – M.: OAO "VNIIS", 2013.

12. Gao Ch., Holmér I. Initial, Transient and Steady State Evaporative Resistance of Impermeable Protective Clothing. Thermal Manikin and Modelling. Sixth international thermal manikin and modelling meeting (6I3M). 2006. P.253...261.

13. Kasturiya N., Subbulakshmi M., Gupta S. and Raj H. System Design of Cold Weather Protective Clothing // Defence Science. – 49(5), 1999. P.457...464.

14. Newton P357 manual; Pang T.Y., Subic A., Akla M.; Evaluation of thermal and evaporative resistances in cricket helmets using a sweating manikin // Applied Ergonomics. – 45, 2014. P.300...307.

15. Sovetnikov D.A., Mishakov V.Yu., Pavlov M.A., Kirsanova E.A. Razrabotka metoda analiza i rascheta effektivnogo koeffitsienta teploprovodnosti netkanogo teploizolyatsionnogo materiala // Theoretical & Applied Science. – 2017, № 7 (51). S. 21...27.

16. Sovetnikov D.A., Mishakov V.Yu., Kirsanova E.A., Treshchaln Yu.M. Issledovanie teplozashchitnykh svoystv netkanykh utepliteley v paketakh odezhdy // Dizayn i tekhnologii. – 2016, №56 (92). S. 73...80.

17. Sovetnikov D.A., Mishakov V.Yu., Pavlov M.A., Kirsanova E.A., Treshchaln Yu.M. Teoreticheskoe issledovanie voloknistykh materialov s tsel'yu rascheta i prognozirovaniya teplofizicheskikh svoystv // Dizayn i tekhnologii. – 2017, №57 (93). S.86...91.

Рекомендована кафедрой коммерции и сервиса.
Поступила 01.07.19.

УДК 677.025

**ДВУХСЛОЙНЫЙ КУЛИРНЫЙ ТРИКОТАЖ
С УЧАСТКАМИ АЖУРНЫХ ОТВЕРСТИЙ
РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ**

**DOUBLE-LAYER KNITTED FABRICS
WITH OPENWORK HOLES
OF DIFFERENT STRUCTURES**

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; comvlzavaruev@yandex.ru

Рассмотрено несколько технологических процессов получения армирующего трикотажного материала с ажурными отверстиями различной структуры.

The article describes a few technological processes of manufacturing knitted fabrics with openwork holes, and contains an analysis of such structures.

Ключевые слова: композиционный материал, матрица, кулирный трикотаж, ажурные отверстия, петля, петельный ряд, трикотажные протяжки, перенос петель.

Keywords: composite material, matrix, stockinette knitted fabrics, openwork holes, loop, stitch row, additional feed lines, loops transfer.

Одним из основных требований к композиционным материалам является однородность физико-механических свойств по всей поверхности и объему материала [1, с.38, 57]. Степень однородности в значительной мере зависит от структуры армирующей преформы, которая обеспечивает равномерную пропитку композиционного материала связующим.

В последнее время в качестве наполнителя композитов все чаще используются три-

котажные полотна соответствующей структуры [2]. Анализ структур трикотажа и экспериментальные исследования [3], [4] показали, что наиболее перспективным для использования в качестве наполнителя композиционного материала является двухслойный кулирный трикотаж, в котором внешние петельные слои соединены внутренними петельными слоями, попеременно ориентированными под углом 45 и 90° к внешним петельным слоям (рис. 1 – схема фор-

мирования внутреннего валика двойного кулирного трикотажа: а) 1 – внешние основные петельные слои; 2 – внутренний соединительный слой; 3 – ажурное отверстие; б) петельная структура).

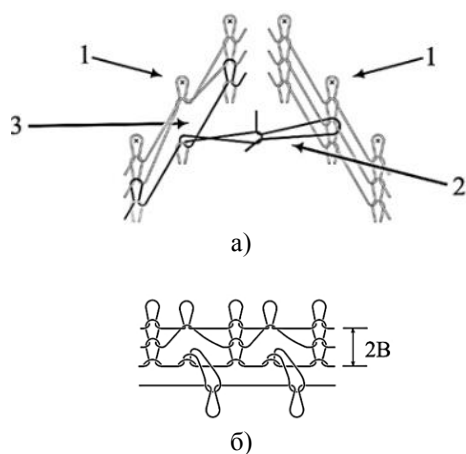


Рис. 1

Такая структура повторяет конструкцию строительной плоской фермы, обладающей повышенной формоустойчивостью и сопротивлением к сжатию [5, с. 23].

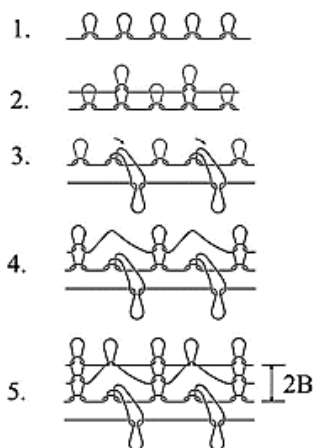


Рис. 2

Существенным недостатком трикотажа данной структуры является формирование на поверхности внешних петельных слоев полусквозных ажурных отверстий, образующихся в результате процесса переноса петель внутреннего петельного слоя из одного внешнего петельного слоя в другой внешний петельный слой. Высота ажурных отверстий в базовой структуре трикотажа составляет $2B$, где B – высота петельного ряда (рис. 2 – схема переноса петель между пе-

тельными слоями), а ширина равна одному петельному шагу A . Образование подобных отверстий нарушает однородность структуры внешних петельных слоев трикотажа, что приводит к неравномерной пропитке полимерным связующим армирующего наполнителя при получении композиционного материала, а следовательно, ухудшению его физико-механических свойств.

Величину полусквозного ажурного отверстия можно уменьшить с помощью введения в структуру трикотажа дополнительных элементов петельной структуры. Так, сокращение полусквозных ажурных отверстий по высоте можно осуществить, если при заработке новых петель на иглах, образующих внутренние петельные слои, после выполнения процесса петлепереноса, произвести прокладывание на свободные иглы дополнительной нити без ее провязывания в основных петельных слоях. Последовательность формирования трикотажа описанной петельной структуры приведена в табл. 1 (двухслойный кулирный трикотаж с участками ажурных отверстий различной структуры) (вариант 1). Такая технология вязания позволяет сократить высоту ажурного отверстия, которая будет равна высоте одного петельного ряда B (табл. 1.5, вар. 1).

Дополнительное сокращение полусквозных ажурных отверстий можно осуществить при образовании в структуре трикотажа дополнительного элемента – наброска. Последовательность формирования такой петельной структуры приведена в табл. 1 (вариант 2). Дополнительные наброски формируются на иглах, образующих внешние петельные слои, и соединены петлями начальных петельных рядов внутреннего петельного слоя (табл. 1.1, вар. 2). В данном трикотаже высота ажурного отверстия уменьшается до $<B$ (табл. 1.5, вар. 2).

Диагонально расположенные ветви набросков частично перекрывают полусквозное ажурное отверстие по ширине и, кроме того, фиксируют начальный петельный ряд внутреннего петельного слоя в вертикальном положении, дополнительно уменьшая высоту ажурного отверстия.

Обеспечить частичный застил полусквозного ажурного отверстия можно также вве-

дением в структуру трикотажа дополнительных остовов петель, образованных с помощью дополнительных технологических операций петлепереноса, без съема петель с петлеобразующих игл. Так, заработок петель на иглах, формирующих внутренние петельные слои, можно получить путем переноса петель, без их съема с игл, формиру-

ющих внешние петельные слои, на иглы, формирующие внутренние петельные слои (табл. 1.3.1, вар. 3). При этом провязывание следующего петельного ряда только на иглах, формирующих внутренний петельный слой, приводит к частичному перекрытию полусквозного ажурного отверстия.

Т а б л и ц а 1

Последовательность формирования петельной структуры участков ажурных отверстий		Варианты структур участков ажурных отверстий		
		1	2	3
1	Формирование начального ряда участков ажурных отверстий			
2	Наработка внутреннего петельного слоя			
3	Перенос внутреннего петельного слоя			
3.1	Перенос не провязанных петель на соседние свободные иглы			
4	Заработка петельного ряда после операции петлепереноса			
5	Формирование структуры законченных участков ажурных отверстий			

В Ы В О Д Ы

1. Наиболее перспективной структурой трикотажного материала, используемого в качестве наполнителя композиционного материала, является двухслойный кулирный трикотаж, в котором внешние петельные слои соединены разноориентированными внутренними петельными слоями.

2. Наличие полусквозных ажурных отверстий в трикотаже, образованных в результате процесса переноса петель внутренних петельных слоев, нарушает однородность структуры композиционного материала и ухудшает его физико-механические свойства.

3. Предложенные способы введения в структуру трикотажа дополнительных эле-

ментов – нитей, набросков, остовов петель, позволяют уменьшить размеры и частично перекрыть полусквозные ажурные отверстия.

4. Разработанная технология получения трикотажного материала по схеме, приведенной на рис. 2, а так же производные переплетения данного трикотажа (табл. 1, вар. 1, 2), может быть реализована на любом виде универсального плосковязального оборудования. Выработка трикотажа, приведенного в табл. 1, вар. 3, возможна только на специализированном оборудовании с образованием сдвоенных сплит-петель.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бондалетова Л.И., Бондалетов В.Г. Полимерные композиционные материалы. Часть 1. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2013.

2. Башков А.П., Башкова Г.В., Алешина Д.А., Румянцева О.С. Анализ механических свойств двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №1. С.111.

3. Фомина О.П., Хабарова Е.Б., Заваруев В.А. Разработка структур и технологии выработки армирующих трикотажных полотен // Симпозиум МНТФ КОСЫГИН-2017. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017.

4. Фомина О.П., Хабарова Е.Б., Заваруев В.А. Исследование проницаемости эпоксидной смолы в структуру армирующего трикотажного полотна // Сб. мат. Междунар. научн.-технич. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). Часть 1. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. С. 257, 244.

5. Шакирзянов Р.А., Шакирзянов Ф.Р. Курс лекций по строительной механике. – 2-е изд., перераб. и доп. – Казань: КГАСУ, 2014.

2. Bashkov A.P., Bashkova G.V., Aleshina D.A., Rummyantseva O.S. Analiz mekhanicheskikh svoystv dvukh-sloynnykh trikotazhnykh poloten s soedinitel'nymi elementami iz individual'nykh nitey // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016, №1. S.111.

3. Fomina O.P., Khabarova E.B., Zavaruev V.A. Razrabotka struktur i tekhnologii vyrabotki armiruyushchikh trikotazhnykh poloten // Simpozium MNMF KOSYGIN-2017. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2017.

4. Fomina O.P., Khabarova E.B., Zavaruev V.A. Issledovanie pronitsaemosti epoksidnoy smoly v strukturu armiruyushchego trikotazhnogo polotna // Sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhnich. konf.: Dizaïn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoï promyshlennosti (INNOVATsII-2018). Chast' 1. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2018. S. 257, 244.

5. Shakirzyanov R.A., Shakirzyanov F.R. Kurs lektsii po stroitel'noy mekhanike. – 2-e izd., pere-rab. i dop. – Kazan': KGASU, 2014.

REFERENCES

1. Bondaletova L.I., Bondaletov V.G. Polimernye kompozitsionnye materialy. Chast' 1. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhn. un-ta, 2013.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 22.04.19.

УДК 687:3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ТЕРМОБЕЛЬЯ ПОВСЕДНЕВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

RESEARCH OF KNITTED FABRICS FOR DAILY USE THERMAL FABRIC

С.Б. КАТАЕВА, Л.Ф. НЕМИРОВА, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, У.Т. МУМИНОВА, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА

S.B. KATAEVA, L.F. NEMIROVA, S.SH. TASHPULATOV, U.T. MUMINOVA, R.O. ZHILISBAEVA

(Омский государственный технический университет, Россия,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Omsk State Technical University, Russia,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: luba.nemirova@mail.ru; litynov-sergeyy@rambler.ru; ssht61@mail.ru; rau_45@mail.ru

В статье приведены результаты исследования трикотажных полотен, использованных для изготовления образцов термобелья для повседневного применения, представленных на рынке Российской Федерации. Определены состав, показатели структуры и физико-механических свойств, значимых для эксплуатации термобелья. По результатам выполнены рекомендации для выбора трикотажных полотен на этапе проектирования изделий.

The results of the study of knitted fabrics, which are used to make warm clothes for everyday use sold on the market of the Russian Federation, are presented. The composition, structure and physic mechanical properties that are significant for the operation of thermal underwear are determined. According to the results, recommendations for the selection of knitted fabrics at the product design stage were fulfilled.

Ключевые слова: термобелье, трикотажное полотно, показатели свойств.

Keywords: thermal underwear, knitted fabric, indicators of properties.

В последние годы популярным становится ассортимент белья, получивший название "термобелье". Из рекламы следует, что термобелье обладает уникальными свойствами, среди которых повышенная комфортность и эргономичность, обеспечиваемые за счет конструкции и технологии пошива, а также способность сберегать тепло, что обеспечиваются применением специальных синтетических нетей и многослойной структуры.

Производители термобелья в РФ и Республике Узбекистан, в частности малые предприятия, испытывают проблемы в выборе материалов для выпуска термобелья и, ориентируясь на существующий ассортимент, выбирают материалы, отдавая предпочтение параметрам, значимым для теплозащитных свойств: толщина, многослойность структуры. Однако у предприятий существует возможность осуществлять самостоятельное проектирование полотен и технологии изготовления такого вида одежды [1], [2].

Проведен опрос среди потребителей термобелья – мужчин, использовавших в зимний период времени комплект белья для повседневной носки, состоящий из фуфайки и брюк. По результатам опроса установлен перечень значимых показателей качества: удобство при выполнении движений; плотное облегание и его сохранение в процессе эксплуатации; поддержание теплового комфорта, согревание. При этом потребители не смогли описать, по каким признакам они оценивают способность согревания.

Такое представление не является верным по следующим причинам. Одежда, текстильные материалы не могут выполнять функцию обогрева, то есть продукцию тепла, если оно не изготовлено из смарт-текстиля. Белье, являющееся первым слоем одежды, в пакете трехслойной одежды, не может изо-

лировать тело от среды с низкой температурой, поскольку непосредственно не контактирует с такой средой.

Белье может влиять на тепловой баланс организма, (поддерживается за счет метаболизма и кровотока), поддержание которого как в условиях "согревающего" так и в условиях "охлаждающего" микроклимата сопровождается выделением влаги в пододежное пространство, то есть белье должно эффективно впитывать и отводить влагу. Следовательно, для термобелья являются актуальными показатели гигиенических свойств: воздухопроницаемость, гигроскопичность, капиллярность.

Конструктивное решение одежды предполагает наличие у полотен определенных свойств, которые должны сохраняться в процессе эксплуатации: растяжимость, устойчивость к многократной деформации.

Цель работы – исследование свойств трикотажных полотен, применяемых для изготовления термобелья для повседневной носки.

Были исследованы 5 образцов мужского термобелья для повседневной носки различных торговых марок, производства Российской Федерации и Республики Китай, зимнего и всепогодного ассортимента, представленных на рынке региона в среднем ценовом диапазоне и образец плотна флис. Наименования торговых марок не указаны, поскольку оценка качества не входила в цель исследования. Особенностью конструктивного решения образцов являлся анатомический крой, обеспечивавший плотное облегание тела, плоские эластичные швы, минимальное количество швов. В рекламе изделий указаны особенности трикотажного полотна: наличие ворса, многослойная структура, включающая до 3-х слоев с различными свойствами.

Для трикотажных полотен, из которых изготовлены образцы, были определены: вид переплетения и сырьевой состав; структура и волокнистый состав нитей; фактические показатели свойств, предусмотренные ГОСТ 28554–90 "Полотно трикотажное. Общие тех-

нические условия" [3] и ГОСТ 31228–2004 "Изделия трикотажные бельевые для взрослых. Нормы физико-гигиенических показателей" [4] по стандартным методикам в испытательной лаборатории ОмГТУ и УПЛ ИДиТ.

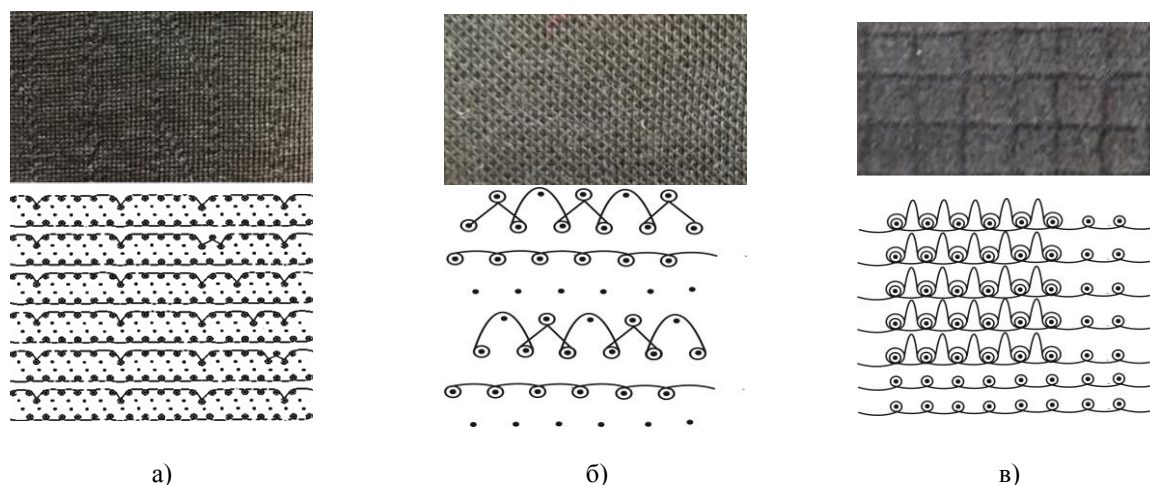


Рис. 1

Для отдельных образцов изображение и графическая запись переплетений представлены на рис. 1 (изображение и графическая запись переплетений: а) – комбинированное двухслойное, б) – прессовое, в) – плюшевое

одинарное рисунчатое).

Характеристики структуры и свойств, стандарты на методы испытаний и фактические показатели свойств приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Характеристика/ Метод	Фактические показатели, для образца					
	1	2	3	4	5	6
<i>Волокнистый состав, %</i> ГОСТ Р 56561–2015. Материалы текстильные. Определение состава. Идентификация волокон	PES, 100%	PAN 100%	PAN 75% Wool 25%	PAN, 100%	PES, 97% EL 3%	PES, 100%
<i>Поверхностная плотность, г/м²</i> ГОСТ 8845–87. Полотна и изделия трикотажные. Методы определения влажности, массы и поверхностной плотности	275	270	270	300	260	170
<i>Толщина, мм</i> ГОСТ 12023–2003. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины	0,68	0,74	0,8	0,93	0,9	0,6
<i>Плотность:</i> - по горизонтали - по вертикали ГОСТ 8846–87. Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле	16 18	10 15	10 11	8,5 12	12 17,5	
<i>Линейная плотность нитей, текс</i> ГОСТ 6611.1–73. Нити текстильные. Метод определения толщины	16,5	15,6 20,5	25	34	12,2	
<i>Гигроскопичность, %</i> ГОСТ 3816–81. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств	1,5	3	7,2	3,0	2,0	1,0

Капиллярность, мм ГОСТ 3816.81	20	140	100	120	150	170
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$, ГОСТ 12088–77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости	150	170	152	180	200	17
Растяжимость по ширине при нагрузке 6 Н, % ГОСТ 8847–85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных	70	95	105	96	59	110

Примечание. Обозначение волокон по ГОСТ Р ИСО 6938–2014. Материалы текстильные. Волокна натуральные. Общие наименования и определения и ГОСТ ISO 2076–2015. Материалы текстильные. Химические волокна. Общие наименования.

Образец (1) выполнен двухслойным комбинированным переплетением, в котором 2 слоя кулирной глади соединены по определенной схеме петлями ластика, раппорт по столбику включает 12 рядов (рис. 1). В структуре полотна имеются два слоя, связанные между собой по вертикали (в форме вертикальных трубок).

Образец (2) выполнен сочетанием 4-х рядов сдвоенной кулирной глади с одним рядом ластика, образующих связь слоев по горизонтали (в форме узких трубок). Дополнительно полотно имеет начес нити по одной стороне.

Образцы (3), (4) выполнены прессовым переплетением, отличающимися высотой раппорта, за счет чего меняется величина ячеек. В полотне за счет прессовых набросков получается трехмерная структура, позволяющая получать трикотаж с большей толщиной.

Образцы (5) и (6) связаны плюшевым переплетением: одинарный односторонний рисунчатый плюш, где набросками образован рисунок в форме квадратов, которые в последующем начесаны.

Образец (6) – флис, который получен двухсторонним плюшевым переплетением.

Среди исследуемых образцов имеются трикотажные полотна: двухслойного комбинированного переплетения, прессового переплетения с трехмерной структурой и плюшевого переплетения, имеющие на поверхности начес. Для получения плюшевых переплетений необходимы специализированные машины, которые имеют дополнитель-

ные рабочие органы для образования плюшевых набросков.

Рассмотрим вид нитей и волокнистый состав образцов.

Образцы однородные по сырьевому (волокнистому) составу, изготовлены из химических волокон: полиэфира и акрила. Только образец (3) имеет в своем составе волокна шерсти (25%) в смеси с волокнами акрила (75%).

В производстве полотен использованы: полиэфирная текстурированная нить (1, 6); текстурированная нить из акрила и пряжа, смешанная, из волокон акрила и волокон шерсти (3), акриловая пряжа (2, 4), полиэфирная комплексная нить и комплексная нить с сердечником из лайкры (5).

Для производства термобелья применяются полотна, с поверхностной плотностью $260\text{...}300 \text{ г/м}^2$ толщиной от 0,6 до 0,9 мм.

Гигроскопичность трикотажных полотен обусловлена их волокнистым составом. Этот показатель у исследованных полотен является низким. Однако капиллярность, характеризующая скорость впитывания влаги полотном, у большинства образцов имеет высокое значение – от 100 до 170 мм. У двухслойного полотна (1) этот показатель является низким и равен 20 мм. Высокая капиллярность у полотен из полиэстера (PES), имеющих на поверхности ворс, полученный путем начеса. Растяжимость полотен составляет от 70 до 110%. Образцы полотен (1, 2, 4, 5) относятся ко 2-й группе растяжимости (от 40 до 100%), а (3) и (6) – к 3-й группе (более 100%).

ВЫВОДЫ

1. Для изготовления термобелья для повседневной носки используются трикотажные полотна из синтетических волокон с поверхностной плотностью 260...300 г/м² и толщиной до 0,9 мм комбинированного двухслойного, прессового и плющевого переплетений.

2. Определяющим параметром для термобелья является способность отводить влагу. Все полотна обладают низкой гигроскопичностью, однако, в случае наличия ворса и рыхлой структуры нитей, имеют высокую капиллярность. Двухслойное полотно, с трубчатой структурой, наоборот, имеет низкую капиллярность.

3. Растяжимость исследованных полотен составляет от 70 до 110%. Для термобелья целесообразно использовать полотна 2-й группы растяжимости.

4. Полученные данные могут быть использованы при выборе полотен для термобелья для повседневной носки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздова Г.И., Немирова Л.Ф. Вариант проектирования материалоемкости трикотажных изделий // Мат. науч.-практ. конф.: Экономика сферы сервиса: проблемы и перспективы. [Электронный ресурс] – ФГБОУ ВПО "Омский государственный институт сервиса", 2014.

2. Катаева С.Б., Шевелева И.А. Бесшовные технологии изготовления трикотажных изделий // Мат. Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием: Проблемы и перспективы развития легкой промышленности и сферы услуг. [Электронный ресурс] – ФГБОУ ВПО "Омский государственный институт сервиса". – 2015.

3. ГОСТ 28554–90. Полотно трикотажное. Общие технические условия.

4. ГОСТ 31228–2004. Изделия трикотажные бельевые для взрослых. Нормы физико-гигиенических показателей.

REFERENCES

1. Drozdova G.I., Nemirova L.F. Variant proektirovaniya materialoemkosti trikotazhnykh izdeliy // Mat. nauch.-prakt. konf.: Ekonomika sfery servisa: problemy i perspektivy. [Elektronnyy resurs] – FGBOU VPO "Omskiy gosudarstvennyy institut servisa, 2014.

2. Kataeva S.B., Sheveleva I.A. Besshovnye tekhnologii izgotovleniya trikotazhnykh izdeliy // Mat. Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem: Problemy i perspektivy razvitiya legkoy promyshlennosti i sfery uslug. [Elektronnyy resurs] – FGBOU VPO "Omskiy gosudarstvennyy institut servisa". – 2015.

3. GOST 28554–90. Polotno trikotazhnoe. Obshchie tekhnicheskie usloviya.

4. GOST 31228–2004. Izdeliya trikotazhnye bel'evye dlya vzroslykh. Normy fiziko-gigienicheskikh pokazateley.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
И ОПТИМИЗАЦИЯ СКОРОСТИ НАСТИЛАНИЯ
ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА SOFTSHELL**

**INVESTIGATION OF DEFORMATION PROPERTIES
AND OPTIMIZATION OF THE LAYING SPEED
OF SOFTSHELL KNITTED FABRIC**

Н.С. МОКЕЕВА, Д.С. ЕВСТИГНЕЕВ, О.В. БЕРЕЗОВСКАЯ, А.Ж. ТАЛГАТБЕКОВА, Ж.С. КЕНЕСБЕК

N.S. MOKEEVA, D.S. EVSTIGNEEV, O.V. BEREZOVSKAYA, A.ZH. TALGATBEKOVA, J.S. KENESBEK

(Новосибирский технологический институт (филиал)
Российского государственного университета
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Алматинский технологический университет, Republic of Kazakhstan)

(Novosibirsk Technological Institute (branch)
of Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: rau_45@mail.ru2; a.talgatbekova@atu.kz2

В работе представлено исследование современного трикотажного полотна Softshell, выпускаемого итальянской фирмой Pontetorto, применяемого для изготовления зимней спортивной одежды для активных видов спорта. Этот высокотехнологичный многофункциональный материал позволяет поддерживать на определенном уровне тепловые потери организма в окружающую среду. Исследование механических свойств, определение остаточных деформаций, в зависимости от приложенного натяжения, подбор оптимальной скорости настила полотна – минимизируют припуски по длине настила, приводят к оптимизации раскроя трикотажного полотна.

The paper proposes a study of modern knitted fabric Softshell manufactured by the Italian company Pontetorto, used for the manufacture of winter sportswear for active sports. This high-tech multifunctional material allows maintaining at a certain level the heat loss of the body into the environment. The study of mechanical properties, the determination of residual deformations depending on the applied tension, the selection of the optimal speed of laying the fabric - minimize allowances along the length of the flooring, leading to optimization of the cutting of the knitted fabric.

Ключевые слова: трикотажное полотно, спортивная одежда, полиэстер, мембранные полотна, настил, упругая деформация.

Keywords: knitted fabric, sportswear, polyester, membrane fabrics, flooring, elastic deformation.

Проведенные XXII зимние Олимпийские игры в г. Сочи существенно повлияли на развитие физической культуры и спорта в России. На конец 2015 г. доля населения, систематически занимающегося спортом, в среднем по стране составила 34,2% [1], а по

некоторым наиболее популярным и зрелищным зимним видам спорта, таким как фигурное катание на коньках, численность спортсменов увеличилась на 72,3% [1], в конькобежном и горнолыжном спорте – на 28,2 и 15,4% соответственно [1].

Трикотажные полотна занимают лидирующие позиции при производстве спортивной одежды. Изготовленные из них изделия обладают повышенной прочностью и надежностью, выдерживают высокую динамическую нагрузку, сохраняя при этом красивый внешний вид. Одежду для занятия активными видами спорта шьют из материалов на основе синтетических волокон – полиэстера. В течение длительного времени изделия сохраняют свой первоначальный вид, прочность и устойчивость к деформациям, имеют небольшой вес, устойчивы к воздействию влаги и не пропускают укусы насекомых, обладают широкой цветовой гаммой.

Зимнюю спортивную одежду целесообразно изготавливать из высокотехнологичных "умных" материалов, поскольку они обеспечивают оптимальные параметры теплового режима и влагообмена организма спортсмена с окружающей средой в соответствии с его двигательной активностью. Основными поставщиками таких материалов на российский рынок являются: США, Италия, Германия и Франция. К их числу можно отнести и трикотажное полотно Softshell, выпускаемое итальянской фирмой Pontetorto. Softshell – это трехслойные трикотажные мембранные полотна. Применение их для изготовления спортивной одежды позволяет заменить два или более слоя одежды традиционного зимнего спортивного костюма одним, это способствует снижению веса готового изделия, поддерживает постоянную температуру тела спортсмена, улучшает аэродинамические характеристики костюма.

Раскрой материалов при производстве зимней спортивной одежды определяется несколькими показателями, оказывающими существенное влияние на качество швейного изделия:

- уменьшение отходов материалов является важнейшим фактором повышения эффективности швейного производства;
- применение автоматизированных комплексов раскроя и настиления материалов позволяет уменьшить трудоемкость и время выполнения технологической операции раскроя;

Операция раскроя, одна из первых операций технологического процесса изготов-

ления изделия, и она во многом определяет эффективность работы последующих операций.

В силу большого удельного веса материалов в себестоимости готовых изделий эти показатели актуальны для любого предприятия, независимо от объемов и номенклатуры выпускаемой продукции.

Настоящая статья посвящена сокращению отходов дорогих эластичных материалов при раскрое швейного изделия. В качестве исходного материала было выбрано трикотажное полотно Softshell с эластаном, для которого были исследованы механические свойства и определены остаточные деформации в зависимости от приложенного натяжения и на основе этого подобрана оптимальная скорость настиления полотна, минимизирующая припуски по длине настила.

Трикотажное полотно Softshell с поверхностной плотностью $\gamma=270$ г/м² подвергалось одноосному растяжению для определения деформационных свойств проб материала на устройстве, приведенном на рис. 1 (измерительное устройство для определения деформационных свойств материала). Образец материала размером 10×10 см при помощи подвижного и неподвижного зажимов фиксировался в устройстве и подвергался одноосному растяжению вдоль петельных столбиков. Скорость нагружения контролировалась автоматическим приводом, а сила натяжения измерялась динамометром с ценой деления шкалы 0,1 Н. Величина деформации материала определялась электронно-цифровой линейкой IP 54 Vogel 0–200 мм с точностью 0,01 мм.



Рис. 1

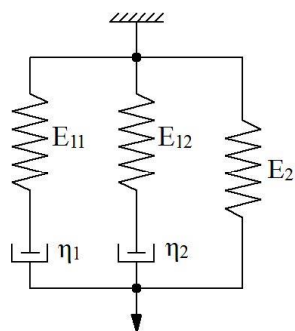


Рис. 2

Зависимость напряжения от деформации и времени растяжения трикотажного полотна определялась с помощью обобщенной механической модели Максвелла с двумя средними временами релаксации и посто-

$$\sigma(\varepsilon) = C\eta_1(\varepsilon) \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon}{CT_1}} \right) + C\eta_2(\varepsilon) \left(1 - e^{-\frac{\varepsilon}{CT_2}} \right) + E_2\varepsilon, \quad (1)$$

где σ – напряжение, ε – деформация; T_1, T_2 – времена релаксации быстропротекающего $T_1 = \eta_1/E_{11}$ и медленного процессов $T_2 = \eta_2/E_{12}$; E_2 – модуль Юнга материала полотна.

Также в [2] были получены соотношения изменения динамической вязкости быстропротекающего $\eta_1(\varepsilon)$ и медленного $\eta_2(\varepsilon)$ процессов, которые, в зависимости от типа материала, были представлены полиномами 3-й степени.

В результате проведенных исследований по определению остаточной деформации было установлено, что для полотна Soft-shell динамические вязкости можно представить зависимостями:

$$\eta_1(\varepsilon) = K_{11}\varepsilon^3, \quad (2)$$

$$\eta_2(\varepsilon) = K_{12}\varepsilon^2, \quad (3)$$

где K_{11}, K_{12} – темпы нарастания динамической вязкости.

С учетом (2), (3) уравнение (1) можно представить в виде:

$$\sigma(\varepsilon) = a\varepsilon^3(1 - e^{-b\varepsilon}) + c\varepsilon^2(1 - e^{-d\varepsilon}) + E_2\varepsilon. \quad (4)$$

янной составляющей модуля упругости (рис. 2 – схема обобщенной механической модели Максвелла с двумя временами релаксации). Модель состоит из трех параллельно соединенных элементов: двух вязкоупругих (E_{11}, η_1 и E_{12}, η_2) и одного упругого E_2 .

В предложенной модели учтены напряжения, обусловленные быстропротекающими и замедленными процессами. В работе [2] приведено решение дифференциального уравнения для данной механической модели при условии растяжения образца с постоянной скоростью нарастания удлинения $C = \dot{\varepsilon} = \text{const}$ последующей релаксации напряжений:

В регрессионной модели (4) коэффициенты $a = -135,6$ Па, $b = -0,02255$, $c = -867$ Па, $d = 0,2534$, $E_2 = 9000$ Па были найдены нелинейным методом наименьших квадратов по алгоритму Левенберга-Марквардта [3] в программе Matlab v.7. На рис. 3 (диаграмма растяжения трикотажного полотна Soft-Shell вдоль петельных столбиков ▲ – экспериментальные значения, — — теоретическая кривая, — — упругая деформация) приведены результаты моделирования по (4) и эмпирические данные, полученные при растяжении трикотажного полотна SoftShell.

Упругая деформация у материала Soft-Shell находится в интервале от 0 до 2% и ей соответствует максимальное напряжение 16,7 кПа.

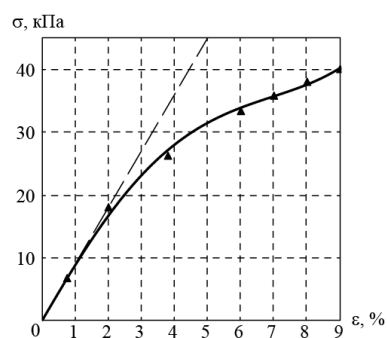


Рис. 3

Оптимизация скорости настилки полотна *Softshell* при заданной величине остаточной деформации

Представим настилочную каретку в виде сплошного вращающегося диска с внутренней втулкой и намотанной на нее трикотажным полотном [4] (рис. 4 – схема работы настилочной каретки). Из теоремы об изменении главного момента количества движения L следует:

$$\frac{dL^{(0)}}{dt} = TR - F_{\text{тр}} R_1, \quad (5)$$

где $L^{(0)}$ – главный кинетический момент системы относительно оси O ; T – сила натяжения полотна; R – текущее значение радиуса каретки; $F_{\text{тр}}$ – сила трения между полотном и настилочной кареткой; R_1 – радиус внутренней втулки каретки.

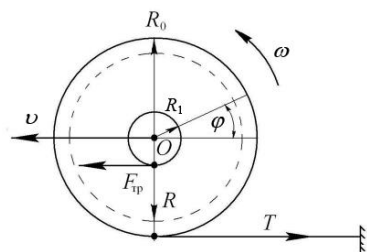


Рис. 4

Кинетический момент каретки с тканью $L^{(1)}$ может быть рассчитан как вращающийся плоский диск переменной плотности [4]:

$$L^{(1)} = \frac{\pi \ell}{2} \left((\gamma_1 - \gamma_2) R_1^4 + \gamma_2 R^4 \right) \frac{v}{R}, \quad (6)$$

Суммарный кинетический момент системы настилочной каретки и полотна с уче-

$$L^{(0)} = L^{(1)} + L^{(2)} = \frac{\pi \ell}{2} \left((\gamma_1 - \gamma_2) R_1^4 + \gamma_2 R^4 \right) \frac{v}{R} + \gamma_2 h \ell x v R.$$

Дифференцируя $L^{(0)}$ по времени и учи-

$$\frac{dL^{(0)}}{dt} = \frac{\pi \ell v}{2 R^2} \left(3 \gamma_2 R^4 - (\gamma_1 - \gamma_2) R_1^4 \right) \frac{dR}{dt} + \gamma_2 h \ell v \left(v R + x \frac{dR}{dt} \right),$$

где ℓ – ширина полотна; v – скорость движения каретки; γ_1 – удельная плотность материала втулки; γ_2 – удельная плотность полотна.

Кинетический момент настилаемого полотна $L^{(2)}$ относительно оси O определим по формуле:

$$L^{(2)} = m_L v R, \quad (7)$$

где m_L – масса настилаемого полотна, которую можно рассчитать:

$$m_L = \int_0^\varphi \gamma_2 h \ell R d\varphi,$$

текущий радиус R определим по формуле:

$$R = R_0 - \frac{h\varphi}{2\pi}, \quad (8)$$

где φ – угол поворота настилочной каретки; h – толщина полотна.

Окончательное выражение для массы настилаемого полотна m_L :

$$m_L = \gamma_2 h \ell \left(R_0 \varphi - \frac{h\varphi^2}{4\pi} \right). \quad (9)$$

Обозначим длину настилаемого полотна $x = x(\varphi)$, тогда (9) можно переписать:

$$m_L = \gamma_2 h \ell x. \quad (10)$$

том (6), (7), (10):

тывая, что $dx/dt = v$, получим:

$$\frac{dR}{dt} = -\frac{h}{2\pi} \frac{d\varphi}{dt} = -\frac{h}{2\pi} \omega = -\frac{h}{2\pi} \nu.$$

Подставляя полученное выражение в (5),

получим выражение для силы натяжения:

$$T = F_{\text{тр}} \frac{R_1}{R} + \frac{h\nu^2}{4} \left[(\gamma_1 - \gamma_2) \left(\frac{R_1}{R} \right)^4 + \gamma_2 \left(1 - \frac{2xh}{\pi R^2} \right) \right]. \quad (11)$$

Зададим параметры настилаемого полотна: длина $x = 3$ м, ширина $\ell = 1,5$ м, толщина $h = 0,0015$ м, $R_0 = 0,22$ м, $R_1 = 0,07$ м, $\gamma_1 = 0,67$ кг/м², $\gamma_2 = 0,27$ кг/м², $F_{\text{тр}} = 0,017$ Н. Тогда угол поворота $\varphi = 13,74$ рад определим из выражения:

$$x = R_0 \varphi - \frac{h\varphi^2}{4\pi}.$$

Из формулы (8) найдем текущий радиус рулона $R = 0,217$ м.

Для напряжения $\sigma = 16,7$ Па сила натяжения $T = \sigma \ell h = 0,038$ Н. Подставляя полученное значение силы натяжения в формулу (11), определим скорость настила: $\nu = 14,87$ м/с = 892,3 м/мин.

ВЫВОДЫ

Проведенное нами исследование деформационных свойств и предлагаемая модель оптимизации скорости настиления трикотажного полотна Softshell позволяет обеспечивать высокую точность и качество настиления и снижение расхода применяемого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыгельнюк В.В., Мокеева Н.С., Глушкова Т.В. Проектирование сноубордической одежды из инновационных материалов. – Новосибирск, Изд-во Сиб. гос. ун-та вод. трансп., 2015.
2. Надежная Н.Л., Кузнецов А.А., Чарковский А.В. Прогнозирование деформационных свойств трикотажа для компрессионных изделий // Вестник Витебского гос. технолог. ун-та. – 2013 №24. С.48...55.
3. Демиденко Е.З. Оптимизация и регрессия. – М.: Наука, 1989.
4. Заев В.А., Мокеева Н.С., Петрова Е.В. Оптимизация скорости настиления полотен текстильных материалов на настильном оборудовании в швейном производстве // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2014, № 4. С. 95...97.

REFERENCES

1. Tsygel'nyuk V.V., Mokeeva N.S., Glushkova T.V. Proektirovanie snoubordicheskoy odezhdy iz innovatsionnykh materialov. – Novosibirsk, Izd-vo Sib. gos. un-ta vod. transp., 2015.
2. Nadezhnaya N.L., Kuznetsov A.A., Charkovskiy A.V. Prognozirovanie deformatsionnykh svoystv trikotazha dlya kompressionnykh izdeliy // Vestnik Vitebskogo gos. tekhnolog. un-ta. – 2013 №24. S.48...55.
3. Demidenko E.Z. Optimizatsiya i regressiya. – M.: Nauka, 1989.
4. Zaev V.A., Mokeeva N.S., Petrova E.V. Optimizatsiya skorosti nastilaniya poloten tekstil'nykh materialov na nastilochnom oborudovanii v shveytnom proizvodstve // Izv. vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskie nauki. – 2014, № 4. S. 95...97.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

УДК 687.02

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ПОСАДКИ ЖЕНСКОГО ПАЛЬТО
НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИИ***

**PREDICTING DEFECTS IN THE FIT OF WOMEN'S COATS
AT THE DESIGN DEVELOPMENT STAGE**

Н.А. САХАРОВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ, ДОМИНИК С. АДЛЬФ

N.A. SAKHAROVA, V.E. KUZMICHEV, DOMINIC S. ADOLF

**(Ивановский государственный политехнический университет,
Университет Верхнего Эльзаса, ENSISA, Франция)**

**(Ivanovo State Polytechnical University,
Université de Haute Alsace, ENSISA, France)**

E-mail: nata1_77@bk.ru

В статье приведены результаты исследований по прогнозированию дефектов посадки женских пальто с эффектом сверхразмерности. Предложена номенклатура показателей, включая балансовые характеристики, на основе которых разработана графическая схема идентификации дефектов. Показаны особенности применения общепринятых критериев качества посадки применительно к исследованным пальто.

Exploration and prognosis in terms of women coats fit in oversize style were done. Graphic diagram for fit defects identification based on schedule of indexes including balances was proposed. Application of common using criteria for evaluation of oversize coat fit was shown.

Ключевые слова: объемно-пространственная форма, конструкция, конструктивные параметры, атектоническая форма, дефекты посадки.

Keywords: outline shape, construction, construction parameters, atektonic form, defects of fit.

Компьютерные технологии значительно изменили конечный результат процесса проектирования одежды благодаря применению виртуальных примерок. САПР, реализующие

схему проектирования 2D → 3D (Tukatech Inc., Virtual Fashion Professional, Polypastern Design PRO, Lectra Modaris 3D, Clo3D, Vidya, Optitex, Marvelous Designer), позво-

* Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Партнерской программы Юбера Кюрьена – А.Н. Колмогорова с участием научно-исследовательских организаций и университетов Франции (уникальный идентификатор проекта: RFMEFI6169X0113).

ляют визуализировать новую конструкцию в системе "фигура – одежда" до ее материализации, оценить эстетические характеристики и качество посадки [1...7]. Системы трехмерного проектирования ориентированы преимущественно на разработку моделей одежды базового ассортимента или с антропометричной, или близкой к ней объемно-пространственной формой (ОПФ) или близких к ним. Программное обеспечение и базы данных в этих САПР пока имеют недостаточное наполнение для реалистичного воспроизведения одежды с более сложной ОПФ, например, в стиле оверсайз, когда форма одежды не повторяет пластику аватаров фигур. Такие модели имеют сложную пространственную ориентацию относительно фигуры из-за увеличенных значений конструктивных прибавок, нетиповых линий членения и, как следствие, особенную посадку на фигуре, для которой неприменимы общепринятые критерии [8...9].

В настоящей работе нами поставлена цель разработать алгоритм применения необходимого и достаточного набора количественных конструктивных параметров, достаточных для оценки и прогнозирования показателей посадки на примере женских пальто с эффектом сверхразмерности.

Объектами исследования были 100 моделей женских пальто. Каждая модель имела фотоизображение и аутентичный чертеж конструкции, которые были взяты из журналов мод, Интернета и других источников. Модели были созданы в 1950-2018 гг. со следующим распределением по десятилетиям, %: 1950-е – 12, 1960-е – 15, 1970-е – 5, 1980-е – 15, 1990-е – 14, 2000-е – 17, с 2010-х по настоящее время – 22. Включение в выборку моделей пальто столь широкого временного интервала обусловлено научным направлением кафедры конструирования швейных изделий ИВГПУ по аналитической и виртуальной реконструкции исторической одежды.

Отбор моделей осуществляли по следующим показателям их внешней формы:

- конфигурации фронтального контура, как результата комплексного взаимодействия между фигурой и одеждой;

- наличие эффекта сверхразмерности, выраженному в нарушении сбалансированности ОПФ модели на фигуре и гипертрофированности размеров;

- плавности перехода от плечевого ската к окату рукава, зрительно расширяющего плечевой пояс.

Для идентификации преобладающих силуэтов пальто была сформирована выборка фотоизображений моделей, отвечающих следующим требованиям:

- 1) однотипный ракурс съемки, обеспечиваемый положением камеры в диапазоне от уровня плечевого пояса до линии талии;
- 2) полноростовое фотоизображение;
- 3) постановка фигуры во фронтальной проекции без разворота торса;
- 4) вертикальное положение головы с четко видимым подбородком.

Графический анализ фотоизображений проведен в редакторе Corel Draw с использованием метода параметризации [8] в следующей последовательности:

1) фотоизображения приводили к единому масштабу с использованием масштабного модуля "Высота головы", равного удвоенному расстоянию между глазами и подбородком [9].

2) проводили горизонтальные уровни через высшую точку головы, нижнюю точку подбородка, плечевой пояс, талию, бедра, колен, низа пальто и выступающую точку щиколотки;

3) нанесение центральной линии, ориентиром для которой служила середина расстояния между зрачками глаз и нижняя точка подбородка [9], базируясь на результатах антропометрических исследований женских фигур, полученных бесконтактным методом на бодисканере VITUS Smart LC3 фирмы Human Solution (Германия) [10];

4) вычисляли соотношения между проекционными измерениями на уровнях плечевого пояса, талии и низа пальто.

В результате выполненного анализа установлено, что половина моделей имеет силуэт, 35% – О-образный и 15% – "перевернутая" трапеция.

Для дальнейшего исследования было отобрано 15 моделей женских пальто с ука-

занными силуэтами и ОПФ, от минимальной до максимально-возможной. Для всех моделей пальто в 2D-САПР построены чертежи конструкций по аутентичным схемам кроя на условно-типовую фигуру 164-92-100. Модели пальто изготовлены из пальтовой ткани с поверхностной плотностью 300 г/м², все они имели идентичный состав пакета материалов. Оцифровывание моделей выполнено с помощью бодисканера. На рис. 1 приведен пример оцифрованной модели женского пальто, изготовленного по аутентичной схеме кроя 1959 г.

Оценку качества посадки проводили по сгенерированным виртуальным копиям и реалистичным моделям с использованием экспертного метода. Экспертами были специалисты из индустрии моды в количестве 30 человек [11]. Эксперты поочередно оце-

нивали показатели посадки для всех моделей пальто и указывали возможные причины возникновения дефектов. В табл. 1 приведены результаты экспертной оценки. Коэффициент конкордации равен $W=0,68$, что определяет достаточно высокий уровень согласованности мнений экспертов.

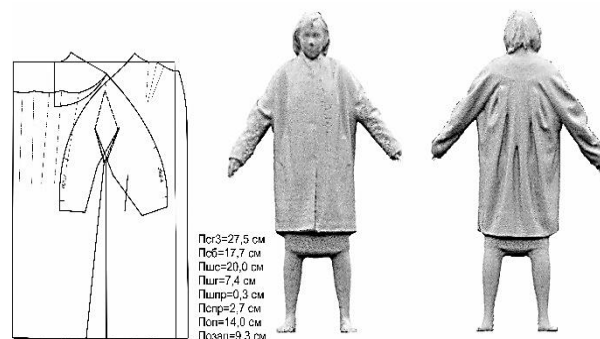


Рис. 1

Т а б л и ц а 1

Оцениваемый показатель посадки	Количество моделей пальто, в которых выполняется показатель, %	Дефекты посадки, возникающие при отклонении показателя	Показатели чертежа конструкции, влияющие на появление дефекта
1. Горизонтальность положения линии низа	45	"Короткая" или "длинная" спинка, для которой характерны: – негоризонтальность линии низа; – расхождение или захождение друг за друга краев бортов; – отклонение боковых швов от вертикали (направлены назад, либо вперед)	Продольные балансы: – исходный $\delta_{исх}$ – передне-задний $\delta_{п-з}$ – боковой $\delta_{бок}$ – нижний $\delta_{н}$ – верхний $\delta_{в}$
2. Вертикальность краев бортов	94		Продольные балансы: – передне-задний $\delta_{п-з}$ – боковой $\delta_{бок}$
3. Вертикальность боковых швов	65	Напряженные складки в верхней части рукава, "кручение" рукава	Прибавка на свободу проймы по глубине $P_{спр}$, высота оката рукава $ВОР$, ширина проймы $ШПр$
4. Отсутствие свободных или напряженных складок вдоль линии втачивания рукава в пройму	78		

На основе данных табл. 1 видно, что в исследованных моделях пальто стиля оверсайз по сравнению с классическими моделями с небольшой ОПФ только вертикальность краев бортов и отсутствие незапроектированных складок можно рассматривать как обязательные критерии качественной посадки. Горизонтальность линии низа и вертикальность боковых швов не могут быть приняты в качестве обязательных критериев.

Таким образом, на основе экспертного опроса нами выявлены особенности применения общепринятых критериев качества посадки для пальто стиля оверсайз.

После визуальной оценки моделей одежды был выполнен анализ чертежей конструкций. В табл.2 приведена номенклатура из 15 конструктивных параметров женских пальто.

Конструктивный параметр	Значения параметров			
	максимальное	минимальное	среднее арифметическое \pm доверительный интервал для вероятности 0,95	коэффициент вариации, %
1. Прибавка к полуобхвату груди третьему P_{C3} , см	28,5	11,7	19,3 \pm 0,3	52
2. Прибавка к полуобхвату талии P_{C7} , см	30,0	20,3	28,1 \pm 0,4	46
3. Прибавка к полуобхвату бедер P_{C6} , см	22,0	7,0	14,2 \pm 0,3	56
4. Прибавка к ширине спины $P_{Шс}$, см	20,0	1,5	6,5 \pm 0,3	129
5. Прибавка к ширине груди $P_{Шг}$, см	13,0	3,5	6,8 \pm 0,2	112
6. Прибавка к ширине проймы $P_{Шпр}$, см	13,5	0,5	6,0 \pm 0,1	137
7. Прибавка на свободу проймы по глубине $P_{спр}$, см	29,0	8,2	16,5 \pm 0,3	143
8. Прибавка к обхвату плеча $P_{Оп}$, см	53,7	9,0	21,5 \pm 0,1	82
9. Величина исходного баланса $\delta_{исх}$, см	3,3	-1,3	1,4 \pm 0,1	72
10. Величина передне-заднего баланса $\delta_{п-з}$, см	3,5	-3,8	-0,5 \pm 0,1	200
11. Величина бокового баланса $\delta_{бок}$, см	4,7	-3,7	1,2 \pm 0,1	94
12. Величина нижнего баланса $\delta_{н}$, см	2,0	-2,5	-0,5 \pm 0,1	204
13. Величина верхнего баланса $\delta_{в}$, см	4,5	-2,8	0,5 \pm 0,1	212
14. Высота оката рукава ВОР, см	20,6	9,6	14,4 \pm 0,1	148
15. Ширина проймы, ШПр, см	23,6	10,5	17,5 \pm 0,1	143

Выбор параметров согласован с результатами табл. 1 и определен с позиций их значимости и достаточности для управления показателями ОПФ. Первые восемь параметров управляют процессом формообразования пальто [12], [13]. Параметры 9...13 позволяют диагностировать дефекты "короткая" или "длинная" спинка, параметры 14 и 15 определяют отвесность рукава и соответствие его параметров пройме. Для установления величин возможной деформации, углов наклона конструктивных линий (плечевых, боковых, рельефных) на чертежах измеряли длины соединяемых срезов. Анализ чертежей выполняли на основе данных размерной типологии, действовавшей в соответствующем временном периоде.

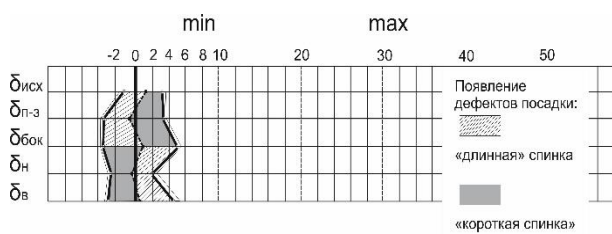


Рис. 2

Для прогнозирования дефектов посадки по сочетанию конструктивных параметров чертежей нами предложена универсальная графическая схема для визуализации значе-

ний конструктивных параметров и диапазонов их изменения. На рис. 2 показан пример использования схемы для диагностики дефекта "короткая" или "длинная" спинка.

Так, дефект "длинная" спинка сопровождается нарушением горизонтальности линии низа, отклонением боковых швов от вертикали (швы направлены вперед), захождением краев бортов друг за друга. За возникновение этого дефекта отвечают значения параметров 10...14 (табл. 2). Для его устранения необходимо уменьшить $\delta_{исх}$, $\delta_{бок}$, $\delta_{п-з}$ и увеличить $\delta_{в}$ и $\delta_{н}$.

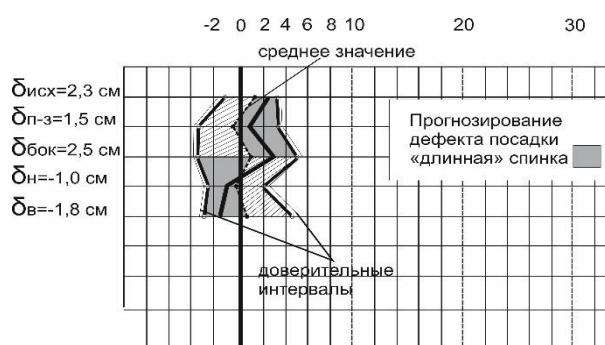


Рис. 3

Для того, чтобы спрогнозировать этот дефект посадки, достаточно определить, в какой диапазон относительно средних номинальных значений попадают величины балансовых характеристик. Например, по чер-

тежу были вычислены балансы $\delta_{исх}=2,3$ см, $\delta_{бок}=1,5$ см, $\delta_{п-з}=2,5$ см, $\delta_{в}=-1,0$ см, $\delta_{п}=-1,8$ см. На схеме отмечаем их значения, соединяем ломаной линией (на рис. 3 показан пример использования схемы диагностики дефекта посадки "длинная" спинка при указанных значениях балансов чертежа конструкции модели пальто на рис. 1). Видно, что полученная линия попадает в зону, соответствующую дефекту "длинная" спинка.

Аналогичным образом с помощью предложенной схемы можно спрогнозировать дефект "короткая" спинка и другие дефекты, приведенные в табл. 1. Дефект будет выражен в меньшей степени, если он попадает в диапазоны меньших значений или больше среднего, которые ограничены интервалами безразличия, и будет сильно выражен, если выходит за пределы диапазонов.

С помощью предложенной схемы можно осуществлять предварительную диагностику посадки по чертежам конструкций. Тем самым конструктор получает возможность найти ошибки и внести корректировки в чертежи модельной конструкции.

Дальнейшие исследования будут направлены на визуализацию женских пальто в стиле оверсайз в 3D-САПР и их сравнение с оцифрованными материальными моделями для оптимизации баз данных в направлении повышения реалистичности внешнего вида, соразмерности и требований посадки ввиду особой ориентации относительно аватара фигуры.

В Ы В О Д Ы

1. Выполнен конструктивный анализ чертежей женских пальто в стиле оверсайз, и выявлены диапазоны изменения конструктивных параметров, ответственных за высокий уровень посадки на фигуре.

2. Установлено, что горизонтальность линии низа и вертикальность боковых швов не могут быть приняты в качестве обязательных критериев для оценки качества посадки пальто в стиле оверсайз.

3. Разработана графическая схема, позволяющая диагностировать дефекты посадки женских пальто по конструктивным параметрам чертежа.

1. URL: <https://www.tukatech.com>. (дата обращения: 14.06.2018)

2. URL: <https://virtuality.fashion>. (дата обращения: 14.06.2018)

3. URL: <https://www.lectra.com>. (дата обращения: 14.06.2018)

4. URL: <https://www.clo3d.com>. (дата обращения: 14.06.2018)

5. URL: <http://assyst-cis.com>. (дата обращения: 14.06.2018)

6. URL: <https://optitex.com>. (дата обращения: 14.06.2018)

7. URL: <https://marvelousdesigner.com>. (дата обращения: 14.06.2018)

8. Кузьмичев В.Е., Ахмедулова Н.И., Юдина Л.П. Художественно-конструктивный анализ и проектирование системы "фигура-одежда". – Иваново: ИГТА, 2010.

9. Афанасьева Н.В., Кузьмичев В.Е. Женская мода в России XX-XXI века: костюм – фигура – конструкция. – Воронеж: Алмаз, 2006.

10. Жукова И.В., Аникина В.А.Е. Разработка программного модуля для определения размерных признаков фигуры по ее цифровому изображению // Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК-2017). – Иваново: ИВГПУ, 2017, том.2. С.98...100.

11. Сахарова Н.А., Голикова М.С. Оценка показателей балансового соответствия моделей одежды атектоничных форм с использованием метода семантического дифференциала // Сб. ст. 6-й Междунар. научн. конф.: Поколение будущего: взгляд молодых ученых: – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2017, том 4. С.299...303.

12. Коблякова Е.Б., Ивлева Г.С., Романов В.Е. и др. Конструирование одежды с элементами САПР / Под ред. Е.Б. Кобляковой. – М.: КДУ, 2007.

13. Сахарова Н.А., Кузьмичев В.Е., Ни Цан. Прогнозирование признаков объемно-пространственной формы женских платьев по чертежам их конструкции // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №4. С.92...100.

REFERENCES

1. URL: <https://www.tukatech.com>. (data obrashcheniya: 14.06.2018)

2. URL: <https://virtuality.fashion>. (data obrashcheniya: 14.06.2018)

3. URL: <https://www.lectra.com>. (data obrashcheniya: 14.06.2018)

4. URL: <https://www.clo3d.com>. (data obrashcheniya: 14.06.2018)

5. URL: <http://assyst-cis.com>. (data obrashcheniya: 14.06.2018)

6. URL: <https://optitex.com>. (data obrashcheniya: 14.06.2018)

7. URL: <https://marvelousdesigner.com>. (data obrashcheniya: 14.06.2018)

8. Kuz'michev V.E., Akhmedulova N.I., Yudina L.P. Khudozhestvenno-konstruktivnyy analiz i proektirovaniye sistemy "figura-odezhda". – Ivanovo: IGTA, 2010.

9. Afanas'eva N.V., Kuz'michev V.E. Zhenskaya moda v Rossii XX-XXI veka: kostyum – figura – konstruktivnyy analiz. – Voronezh: Almaz, 2006.

10. Zhukova I.V., Anikina V.A.E. Razrabotka programmnogo modulya dlya opredeleniya razmernykh priznakov figury po ee tsifrovomu izobrazheniyu // Molodye uchenye – razvitiyu tekstil'no-promyshlennogo klastera (POISK-2017). – Ivanovo: IVGPU, 2017, tom.2. S.98...100.

11. Sakharova N.A., Golikova M.S. Otsenka pokazateley balansovogo sootvetstviya modeley odezhdy atektonichnykh form s ispol'zovaniem metoda semanticheskogo differentsiala // Sb. st. 6-y Mezhdunar.

nauchn. konf.: Pokolenie budushchego: vzglyad molodykh uchenykh: – Kursk: Yugo-Zap. gos. un-t, 2017, tom 4. S.299...303.

12. Koblyakova E.B., Ivleva G.S., Romanov V.E. i dr. Konstruirovaniye odezhdy s elementami SAPR / Pod red. E.B. Koblyakovoy. – M.: KDU, 2007.

13. Sakharova N.A., Kuz'michev V.E., Ni Tsan. Prognozirovaniye priznakov ob"emno-prostranstvennoy formy zhenskikh plat'ev po chertezham ikh konstruktivnykh // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2013, №4. S.92...100.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 17.07.19.

УДК 687.12:618.2

РАЗБОТКА ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЖЕНЩИН В ДОРОДОВОЙ ПЕРИОД НА ОСНОВЕ НАНОСФЕР

DESIGNING CLOTHING FOR WOMEN IN THE PRENATAL PERIOD BASED ON NANOSPHERES

*И.М. ДЖУСУПОВА-ПАРФИЛЬКИНА, М.А. НУРЖАСАРОВА,
З.Б. ОНГАРБАЕВА, Ж.Е. ДАНАДИЛОВА, А.М. АБДИКАДЫР*

*I.M. JUSUPOVA-PARFILKINA, M.A. NURZHASAROVA,
Z.B. ONGARBAEVA, ZH.E. DANADILOVA, A.M. ABDIKADYR*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: irmadis07@mail.ru

В статье рассматривается использование микросфер при разработке брюк для женщин в дородовой период. Проведены маркетинговые исследования, разработано иммобилизационное изделие "Spine holder" в виде брюк для женщин в дородовой период с использованием микросфер, которое оказывает положительный эффект на позвоночник.

The article discusses the use of microspheres in the development of trousers for women in the prenatal period. Marketing research has been conducted, and the immobilization product "Spine holder" has been developed in the form of trousers for women in the prenatal period using microspheres, which has a positive effect on the spine.

Ключевые слова: одежда для беременных, микросфера, бандаж, наносфера.

Keywords: clothing for pregnant women, microsphere, bandage, Nanosphere.

Известно, что проектирование одежды для беременных – сложная комплексная проблема, решение которой находится на стыке ряда дисциплин: акушерства, физиологии, демографии, конструирования, антропологии, маркетинга и т.д.

На основе анкетирования выявлено, что женщины в дородовой период отдают предпочтение поясным изделиям, в основном брюкам, которые отвечают направлению моды и соответствуют эргономическим показателям, но не учитывают физиологических изменений.

Под мобильной одеждой понимается трансформируемое изделие, обладающее подвижной структурой, позволяющей изменять размеры и форму изделия в процессе эксплуатации [1].

Известно, что женский организм в дородовой период, испытывает большую нагрузку на позвоночник, поэтому в качестве сохранения беременности, а также для укрепления позвоночника женщин в дородовой период используют различные медицинские изделия, одним из которых является бандаж.

Наибольшее распространение получили три вида бандажей: дородовые бандажные трусы, дородовый бандажный пояс, универсальный пояс-бандаж. Использование эластичных материалов позволяет проектировать одежду, размеры которой меньше поверхности тела человека. Уменьшение в допустимых пределах размеров конструкции без влияния на свободу движения (компрессия) дает эффект совершенствования формы тела, а в медицинских изделиях является механизмом реализации лечебного и профилактического воздействия [2].

Нормативом компрессии для профилактических изделий является диапазон от 0 до 14 мм рт. ст., для лечебных изделий – диапазон от 14 до 40 мм рт. ст., верхним пределом давления для бытовых изделий является величина в 25 мм рт. ст. [3].

Для придания изделиям формоустойчивости могут быть использованы текстильные нерастяжимые материалы высокой поверхностной плотности, а также натуральная или искусственная кожа.

Материалом для микросфер являются природные минералы, после сложной обработ-

ки которых получают мельчайшие полые шарики, имеющие уникальный состав и форму, а также обуславливающие свойства наполнителя при использовании с лечебным эффектом. Микросферы имеют микронные размеры, что позволяет отнести их к области нанотехнологий, которые на вид или на ощупь представляются порошком или пылью мелкой фракции [4].

Микросферами называется очень легкий белый порошок, который состоит из частиц, полых внутри. Эти частицы имеют сферическую форму и очень маленький диаметр – от 10 до 150...200 микрон. Для производства микросфер применяется пористое натриевоборосиликатное стекло, прошедшее специальную химическую и термообработку [5].

Стекланные микросферы изготавливаются из природных минералов – полевого шпата и кварца – на специализированных предприятиях. Минералы предварительно очищаются от примесей, перерабатываются и при высокой температуре особым образом распыляются, что позволяет получить идеальную сферическую форму микросфер, причем внутри они получают полые. Процесс образования микросфер представлен на рис. 1.

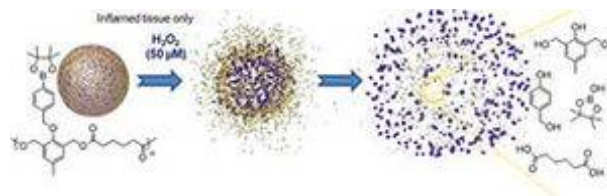


Рис. 1

Особый вид микросфер – медицинские – также аппретируют. Аппрет – это покрытие, состоящее из кремнийорганического или другого вещества. Такой состав покрытия придает микросферам бактерицидные свойства.

В настоящее время в медицине применяются свойства инфракрасного излучения, которые совпадают со спектром частот, излучаемых человеком. Такими же свойствами обладают и микросферы.

Изделия из микросфер нормализуют биополе, поглощают патогенную энергию, об-

ладают противоаллергенным, ортопедическим и антисептическим эффектом. Их влияние оказывает благотворное воздействие на кровеносную, нервную, сердечнососудистую систему, позвоночник, суставы, головной мозг, кожные покровы и органы желудочно-кишечного тракта.

Действие микросфер имеет очень сложный механизм, состоящий из множества химических, физических и волновых процессов. В целом они создают так называемый "зеркальный эффект", возвращающий человеку его собственное излучение, но в положительно преобразованном виде. При этом вся негативная информация, которая заложена в пораженных болезнью клетках, нейтрализуется и преобразовывается в позитивную энергетику, способную улучшить обмен веществ, повысить проницаемость сосудов и артерий, изолировать очаги воспалений и удалить из организма продукты распада больных клеток.

При этом сами микросферы не обладают собственным излучением, а используют отражения энергетических полей организма. Поэтому таким изделиям не требуются какие-либо дополнительные источники питания, они не имеют побочных эффектов и противопоказаний, а также очень долговечны.

Механизм лечебного действия объясняется по следующему алгоритму: между микросферами с кремнийорганическим покрытием и клетками, а точнее молекулами и атомами, в них входящими, возникают энергоинформационные взаимодействия. Это процессы волнового, электрического, физического, химического и иного характера, которые изменяют свойства как микросфер, находящихся в подушке, так и клеток и множества биологически активных веществ, находящихся в организме.

Микростеклосферы имеют пропорции золотого сечения.

Золотое сечение – это определенное соотношение размеров и пропорций, которое позитивно и гармонично влияет на организм человека. Организм начинает взаимодействовать с этими волнами, органы в теле откликаются на их ритм и пульсацию и начинают работать и пульсировать в здоро-

вом ритме. Органы под влиянием этих ритмов и начинают выздоравливать и омолаживаться [1].

На основе пространственно-структурного анализа модели взаимодействия элементов одежды и тела женщины в дородовой период и анализа существующих научных разработок [6] была сконструирована модель брюк для женщин в дородовой период с функцией дородового бандажа, выполненного из плотного смесового трикотажного полотна, представленного на рис. 2 (иммобилизационное изделие "Spine holder" – брюки для беременных женщин с функцией дородового бандажа (общий вид)).



Рис. 2

Брюки классические зауженные к низу, длиной до щиколотки с завышенной линией талии на 10 см. На задних половинках брюк две талевые выточки. Верхний срез обработан притачным поясом-бандажом со вставкой на выпуклость живота из эластичного хлопчатобумажного трикотажа, пояс состоит из трех частей – передней и задней частей бандажа и эластичной вставкой. Передняя и задние части пояса-бандажа являются подкройными и выполнены из хлопчатобумажного трикотажного полотна. Подкройная задняя часть пояса усилена репсовой лентой на уровне линии талии. В передней части пояса вложена эластичная тесьма шириной 8 см. Эластичная тесьма зафиксирована строчкой и усилена жесткой пластиной из искусственной кожи на уровне средней линии. Задняя часть пояса-бандажа на уровнях талевых выточек, также усилена жесткой пластиной из искусственной кожи

для сохранения целостности структуры основного материала в процессе носки.

Верхний срез вставки на живот обработан регулируемой резинкой с пуговицами на внутренней стороне. На задней части пояса-бандажа обработан карман в шве с потайной тесьмой-молнией. Карман на задней части пояса-бандажа предназначен для вкладыша в виде подушки определенной конфигурации, наполненного микросферами.

Следует отметить, что во время эксплуатации из клеток женщин в дородовой период в такой одежде излучаются электромагнитные волны, от микросфер с кремнийорганическим покрытием они отражаются, корректируются и возвращаются к клеткам. В клетках, получивших этот сигнал, начинаются физические и химические процессы, результатом которых является восстановление нормальных характеристик их функционирования и строения.

Эмпирическим доказательством взаимодействия между микросферами и организмом является то, что подушка превращается из мягкой, пластичной, жидкой в твердую – каменеет. А в части тела, с которым она контактировала, исчезают боль, воспаление, отек, другие патологические процессы и происходит восстановление нормальных параметров деятельности клеток, органа и со временем всего организма. После прекращения контакта и взаимодействия микросфер с телом их свойства восстанавливаются, и подушка становится снова мягкой. Такое свойство наносфер позволяет использовать их в качестве вкладыша в брюках, для разгрузочного эффекта на поясницу. Мягкое воздушное первоначальное состояние наносфер в подушке позволяет наиболее плотно и физиологически ориентировано заполнить пространство между брюками и телом беременной женщины, а после насыщения инфракрасным излучением тела застывает "каменеет", позволяя тем самым разгрузить позвоночник женщины в районе поясницы.

ВЫВОДЫ

Таким образом, нами разработано иммобилизационное изделие "Spine holder" в ви-

де брюк для женщин в дородовой период с использованием микросфер, которое оказывает положительный эффект на позвоночник.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров А.Л. Терапия привычного невынашивания беременности//Фармацевтический вестник. – 2006, №1. [Электронный ресурс]: <http://www.pharmvestnik.ru>.

2. Джусупова-Парфилькина И.М., Нуржасарова М.А., Болысбекова Р.Т., Нуримбетова К.А. Процесс проектирования мобильной одежды для женщин, ожидающих ребенка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 4. С.104...109.

3. Бикбулатова А.А. Анализ свойств материалов лечебно-профилактической бытовой одежды для беременных // Сервис в России и за рубежом. – 2013, №1.

4. Малухина И.В. Разработка методов эргономического проектирования мобильной формы и конструкции социально-ориентированной одежды для женщин, ожидающих ребенка: Дис....канд. техн. наук. – М., 2003.

5. Электронный ресурс. http://blagoslovenie.ru/lechebnye_mikrosfery/sekrety_lechebnogo_effekta_izdelij_s_mikrosferami

6. Электронный ресурс. <http://alsariya.com/teoreticheskoe-obosnovanie-ispol-zovaniya-steklyannyh-mikrosfer-s-kremnievy-m-pokry-tiem-v-produktsii-firmy-al-sariya-dlya-lecheniya/>

7. Нурбай С.К., Нуржасарова М.А., Джусупова-Парфилькина И.М. Исследование принципов морфологической трансформации конструкции одежды для беременных женщин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №4. С.121...124.

REFERENCES

1. Tikhomirov A.L. Terapiya privychnogo nevynashivaniya beremennosti//Farmatsevticheskiy vestnik. – 2006, №1. [Elektronnyy resurs]: <http://www.pharmvestnik.ru>.

2. Dzhusupova-Parfil'kina I.M., Nurzhasarova M.A., Bolysbekova R.T., Nurimbetova K.A. Protsess proektirovaniya mobil'noy odezhdy dlya zhenshchin, ozhidayushchikh rebenka // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016, № 4. S. 104...109.

3. Bikbulatova A.A. Analiz svoystv materialov lechebno-profilakticheskoy bytovoy odezhdy dlya beremennykh // Servis v Rossii i za rubezhom. – 2013, №1.

4. Malukhina I.V. Razrabotka metodov ergonomicheskogo proektirovaniya mobil'noy formy i konstruktsii sotsial'no-orientirovannoy odezhdy dlya zhenshchin, ozhidayushchikh rebenka: Dis....kand. tekhn. nauk. – M., 2003.

5. Elektronnyy resurs. http://blagoslovenie.ru/lechebnye_mikrosfery/sekrety_lechebnogo_effekta_izdelij_s_mikrosferami

6. Elektronnyy resurs. <http://alsariya.com/teoreticheskoe-obosnovanie-ispol-zovaniya-steklyanny-h-mikrosfer-s-kremnievy-m-pokry-tiem-v-produktsii-firmy-al-sariya-dlya-lecheniya/>

7. Nurbay S.K., Nurzhasarova M.A., Dzhusupova Parfil'kina I.M. Issledovanie printsipov morfologicheskoy transformatsii konstruksii odezhdyy dlya

beremennykh zhenshchin // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2015, № 4. S. 121...124.

Рекомендована отделом организации научной работы. Поступила 01.04.19.

УДК 687.122

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ С КОМПОЗИЦИОННЫМИ УСИЛИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

METHOD OF SEWING GOODS WITH COMPOSITE REINFORCING MATERIALS MANUFACTURING

E.V. LUNINA, A.N. STEPANISCHEVA, S.SH. TASHPULATOV, L.T. SARTTAROVA, M.ZH. ERALIEVA

E.V. LUNINA, A.N. STEPANISCHEVA, S.SH. TASHPULATOV, L.T. SARTTAROVA, M.ZH. ERALIEVA

(Российский государственный университет
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
Евразийский технологический университет, Республика Казахстан)

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,
Eurasian Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: katushty@hotmail.com; ssht61@mail.ru; 25lazzat@mail.ru

В статье изложена суть разработанного способа изготовления швейных изделий с композиционными усилительными элементами. Использование данного способа позволяет изготавливать швейные изделия с градиентными свойствами, обеспечивает формоустойчивость текстильной оболочки без использования дополнительных деталей и выполнения большого числа технологических операций.

The article presents features of developed method of sewing goods with composite reinforcing elements manufacturing. Application of the described method allows to manufacture apparels with gradient characteristics, provides form stability of textile enclosure without usage of additional details and technological operations.

Ключевые слова: швейные оболочки, градиентные свойства, композиционные элементы, проектирование.

Keywords: sewn shells, gradient characteristics, composite elements, design.

В основе целого класса композитов лежит текстильное армирование, которому придают необходимую пространственную форму и необходимые свойства [1]. Особенностью изготовления композитов с тек-

стильным армированием является то, что на первом этапе производства элемент представляет собой мягкую заготовку, которую можно обрабатывать швейными методами с использованием обычных швейных ниток

практически любого волокнистого состава. На втором этапе производства, после пропитки связующим, композиционный элемент приобретает свои окончательные физико-механические свойства. Указанное явилось основой для разработки способа изготовления швейных изделий с композиционными усилительными элементами.

Сущность предлагаемого способа изготовления швейных изделий с композиционными усилительными элементами заключается в том, что деталь швейного изделия изготавливают из текстильного материала, на котором швейными методами фиксируют усилительные элементы, выполненные из углеродных нитей, с последующей пропиткой связующим для придания жесткости [2].

Фиксация композиционного элемента непосредственно на швейной оболочке позволяет исключить применение дополнительных деталей, таких как кулиски и т.п. Поскольку заготовка композита из углеродных волокон является мягкой, легко деформируемой, то ее возможно фиксировать швейными методами на заданном участке постоянной или переменной кривизны. Градиентность свойств усилительного композиционного элемента может быть достигнута за счет его переменной толщины и жесткости, полученных путем модификации его структуры, способов крепления усилительных элементов к мягкой текстильной оболочке, параметров пропитки.

Технологию изготовления деталей швейного изделия с композиционными усилительными элементами следует рассматривать по трем пунктам:

- формирование заготовки усилительного элемента из углеродных нитей;
- соединение углеродной заготовки с текстильным материалом швейными методами;
- пропитка композиционного элемента связующим.

Поскольку углеродные волокна являются достаточно хрупкими, то использовать углеродную нить в необработанном виде при изготовлении усилительных элементов нельзя. Необходимо преобразовать углеродную нить в элемент так, чтобы обеспечить надежную связь волокон между собой,

но при этом минимизировать их повреждение от многократных изгибов при изготовлении.

Возможны различные варианты обработки углеродных нитей или волокон при формировании усилительного элемента:

- укладка углеродных нитей на деталь из текстильного материала по заданной траектории с последующей фиксацией путем настрачивания;
- использование техник плетения для формирования тесьмы, лент или кос;
- введение углеродных нитей непосредственно в структуру материала;
- напыление углеродных волокон на изнаночную сторону материала.

Первый вариант – укладка нитей – не требует дополнительного технологического оборудования. В этом случае к повреждению углеродных волокон может привести тип и характеристики строчки, выполняющей фиксацию элемента. Ширина и форма усилительного элемента задаются различными. Однако проведенные испытания показали, что элемент, созданный таким образом, непригоден к работе по перемещению нагрузки, так как в нем отсутствует горизонтальная составляющая, благодаря которой элемент изгибается. По этой причине такой усилительный элемент не позволяет существенно улучшить прочностные характеристики швейной оболочки, так как углеродные нити не имеют прочных связей между собой.

Введение углеродных нитей непосредственно в структуру материала является перспективным вариантом, так как позволит снизить временные затраты на изготовление усилительного элемента. Однако указанный способ требует преобразования ткацкого или вязального оборудования для минимизации разрушения хрупких углеродных волокон.

Углеродный композит возможно наносить на текстильный материал методом напыления. Существует специальное оборудование, которое направляет на объект полимерное связующее, наполненное рубленым углеродным волокном. Для напыления композита на детали швейного изделия необходима дополнительная оснастка для

защиты тех участков деталей, которым не требуется усиления. Помимо этого оборудование для напыления композита является дорогостоящим.

Наиболее приемлемым с точки зрения получения градиентности свойств швейного изделия и простоты внедрения является способ, при котором усилительный элемент получают методом плетения. Плетеные углеродные элементы возможно изготавливать как вручную, так и при помощи плетельного оборудования. Теоретически для создания плетеных полос из углеродных нитей можно использовать любую технику. На основании проведенных практических исследований [3] установлено, что наиболее подходящими в силу простоты исполнения являются техника плетения "косички", макраме, способы вязания крючком цепочки из воздушных петель и полустолбиков. Ширина усилительного элемента может быть переменной благодаря тому, что техника плетения позволяет ее варьировать на разных участках и разными способами. Однако любая техника плетения подразумевает многократный изгиб нити, поэтому важно подобрать такое переплетение, при котором элемент будет содержать минимальное число таких перегибов нити, которые вызывают разрушение углеродных волокон.

Для выбора вида переплетения, который обеспечит лучшее качество углеродного элемента, был проведен ряд исследований, как с отдельными составляющими композита, так и с готовыми углеродными элементами. В результате установлено, что переплетение "косичка" является наиболее подходящим для изготовления композиционных элементов из углеродных нитей, поскольку оно минимизирует разрушение углеродных волокон и при этом позволяет получить элемент, степень жесткости которого зависит от количества использованных нитей. Другие виды переплетений также могут быть использованы для производства углеродных заготовок для композиционных усилительных элементов. Выбор вида переплетения зависит в первую очередь от возможностей имеющегося в распоряжении производителей оборудования, предназначенного для работы с хрупкими углеродными нитями.

Помимо перегиба нитей на прочность углеродных элементов оказывает влияние способ фиксации элемента на швейной обложке, а именно параметры соединительной строчки. Закрепление усилительного элемента швейными методами может привести к повреждению хрупких углеродных армирующих нитей и снижению жесткости и упругости матрицы. В ходе проведенных практических испытаний установлено, что для сохранения целостности композиционного элемента следует соблюдать следующие правила:

- углеродная нить (или армирующая заготовка из углеродных нитей) не должна непосредственно контактировать с зубчатой рейкой, перемещающей материал во время настрачивания;

- игла швейной машины должна перемещаться таким образом, чтобы количество проколов усилительного элемента сводилось к минимуму. В случае зигзагообразной строчки весь настрачиваемый элемент должен находиться внутри стежков, игла прокалывает только основной материал. В прямой строчке необходимо увеличивать расстояние между проколами иглой, так как частые проколы приводят к повреждению элемента и последующей хрупкости композита;

- вид соединительной строчки следует определять исходя из вида плетения усилительного элемента. Так, параллельно уложенные армирующие нити закрепляют зигзагообразной строчкой, при этом ширина такого элемента задается шириной строчки. Плетеный элемент, имеющий пустоты между нитями, целесообразно закреплять прямой строчкой, программируя ширину стежка таким образом, чтобы игла попадала в промежуток между нитями.

Выбор способа настрачивания также зависит от функции, которую будет выполнять композиционный элемент, и требований эксплуатационной надежности изделия. Для фиксации широкого элемента (более 5 мм шириной) целесообразно использовать зигзагообразную строчку, поскольку, как показали проведенные опытные работы, при фиксации прямой строчкой происходит закручивание краев элемента к

центру. Узкие композиционные элементы (менее 5 мм шириной) следует настрачивать прямой строчкой для уменьшения количества проколов материала и элемента. Например, декоративные элементы, которые, как правило, бывают узкими, настрачиваются прямой строчкой. Элементы, препятствующие образованию складок и заминов на материале, должны выдерживать многократную нагрузку, поэтому настрачиваются зигзагообразной строчкой, чтобы избежать повреждения усилительного элемента.

После соединения с текстильным материалом заготовки усилительных элементов, выполненные из углеродных нитей, необходимо пропитать полимерным связующим (эпоксидной смолой или клеем ПВА) для придания им окончательных физико-механических свойств, а именно необходимой жесткости и износостойкости. Для достижения наилучшего результата необходимо следить, чтобы связующее впитывалось непосредственно в углеродную заготовку, а впитывание в ткань должно быть ограничено. Это возможно выполнить путем четкого дозирования количества наносимого на элемент связующего, либо путем предварительного пропитывания текстильного материала водорастворимыми веществами, формирующими защитную пленку на волокнах.

Отличительной особенностью композитивов является то, что материалу присущи те свойства, которыми обладает тот его компонент, содержание которого больше остальных. Поскольку прочностные характеристики углеродных волокон выше показателей связующего, то важно следить, чтобы в усилительном элементе объем связующего не превышал объема углеродной заготовки. По результатам проведенных экспериментов по изготовлению композиционных элементов с разным объемом пропитки связующим установлено, что необходимо и достаточно использовать связующее в количестве минимальной полной пропитки всего элемента. Полная пропитка углеродной заготовки выполняется при расходе связующего более 20% от массы композиционного элемента, но в то же время использование массы связующего свыше 30% резко увеличивает хрупкость элемента.

Разработанный способ изготовления швейных изделий с композиционными усилительными элементами был апробирован при создании опытных образцов женских корсетных изделий. Для оценки эксплуатационных свойств выполнен сравнительный анализ эргономики корсетных изделий, изготовленных по традиционной технологии и с использованием композиционных элементов. Сравнение результатов опытных носок показало следующие преимущества использования композиционных материалов в качестве усилительных элементов:

- в корсете, выполненном с использованием композиционных усилительных элементов, удобнее совершать наклоны и повороты туловища; после завершения перемещений изделие принимает первоначальный вид;

- композиционные усилительные элементы не "врезаются" в мягкие ткани под грудью, в области подмышечных впадин, в отличие от металлических усилительных элементов в традиционном корсете;

- композиционные усилительные элементы не ощущаются телом, позволяя материалу собираться в складки, которые появляются только в момент совершения движения.

Следует отметить, что подкладка позволяет одинаково скрыть как традиционный, так и композитный усилительный элемент, не вызывая дискомфорта при соприкосновении с телом. Недостатком использования композитов является то, что внешний вид изделия далек от традиционного.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенная апробация разработанного способа изготовления швейных изделий с композиционными усилительными элементами доказала, что применение композитов обеспечивает формоустойчивость изделия без использования дополнительных деталей и выполнения большого числа технологических операций, что, в свою очередь, снижает трудоемкость изготовления. Разработанный способ может быть рекомендован для индивидуального и мелкосерийного производства швейных изделий.

1. Акбаров Р.Д., Ташпулатов С.Ш., Жилисбаева Р.О., Черунова И.В., Болисбекова Р.Т. Применение композиционных материалов для защитной одежды от воздействия электрических полей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №5. С. 188...192.

2. Степанищева А.Н., Лаврис Е.В. Возможности сочетания текстильных и композиционных материалов для изготовления швейных изделий // Перспективные науки. – 2011, № 5. С. 37...39.

3. Степанищева А.Н., Лаврис Е.В. Особенности проектирования швейных изделий с жесткими композиционными элементами // Дизайн и технологии. – 2011, №22(64). С. 43...49.

1. Akbarov R.D., Tashpulatov S.Sh., Zhilisbaeva R.O., Cherunova I.V., Bolisbekova R.T. Primenenie kompozitsionnykh materialov dlya zashchitnoy odezhdyy ot vozdeystviya elektricheskikh poley // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, №5. S. 188...192.

2. Stepanishcheva A.N., Lavris E.V. Vozmozhnosti sochetaniya tekstil'nykh i kompozitsionnykh materialov dlya izgotovleniya shveynykh izdeliy // Perspektivnye nauki. – 2011, № 5. S. 37...39.

3. Stepanishcheva A.N., Lavris E.V. Osobennosti proektirovaniya shveynykh izdeliy s zhestkimi kompozitsionnymi elementami // Dizayn i tekhnologii. – 2011, №22(64). S. 43...49.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

УДК 677:628.8

**СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ
НИТОЧНЫХ ШВОВ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРНОГО
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

**METHOD OF IMPROVING THE STRENGTH
OF THREADED SEAMS FOR SPECIALTY
WITH THE USE OF POLYMER-COMPOSITE MATERIAL**

*С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, Т.Д. КАДИРОВ, М.К. РАСУЛОВА, А.А. ТАЛАСПАЕВА, А. ГИБАРАТОВА
S.SH. TASHPULATOV, T.D. KADIROV, M.K. RASULOVA, A.A. TALASPAEVA, A. GIBARATOVA*

*(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)*

*(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)*

E-mail: ssht61@mail.ru; talaspaeva83@mail.ru

Статья посвящена разработке способа образования ниточного шва и обеспечения прочности ниточных соединений швейных изделий с использованием полимерной композиции на основе производного коллагена – белкового гидролизата. Результаты исследования позволяют упростить технологический процесс, повысить адгезионную прочность и надежность, а также снизить жесткость ниточных соединений деталей швейных изделий.

The article is devoted to the development of a method of forming a thread seam and ensuring the strength of the thread joints of garments using a polymer composition based on a collagen derivative - protein hydrolyzate. The results of the study allow us to simplify the technological process, to increase the adhesive strength and reliability, as well as to reduce the rigidity of the thread connections of garment parts.

Ключевые слова: способ, ниточный шов, полимерная композиция, коллаген, белковый гидролизат, акриловый латекс, силикат натрия, жесткость шва, адгезионная прочность, прочность шва.

Keywords: method, thread seam, polymer composition, collagen, protein hydrolyzate, acrylic latex, sodium silicate, hardness of the seam, adhesive strength of the seam.

Качество одежды, изготовленной на швейном предприятии, зависит от многих факторов, взаимосвязанных между собой. В изделиях специальной одежды, эксплуатируемых в специфических условиях, к основным показателям качества относятся прочность, износостойкость, а в конечном итоге достаточная надежность и долговечность соединений. В исследованиях Веселова В.В., Кокеткина П.П., Шаньгиной В.Ф., Табитуевой Э.В. и др. доказано, что показатели качества соединений зависят от свойств исходных и скрепляющих материалов (ниток, клея), от условий носки изделия, параметров образования соединений, режимов работы исполнительных инструментов оборудования [1...4].

При разработке химических технологий некоторые показатели однозначно зависят от состава полимерных композиций, от параметров технологической обработки. К таким показателям качества шва относятся экологическая безопасность, реологическая устойчивость полимеров, сохранение цвета после термофиксации, количество нанесенного полимера, сохранение топографии нанесения.

Для получения ниточных швов швейных изделий известны способы [5], [6], в которых при стачивании слоев материала на по-

верхность ниточного шва наносят полимер на основе акрилатного латекса. Основными недостатками этих способов являются жесткость, толщина шва и сложность технологического процесса швейных изделий.

Целью исследования является увеличение прочности швов и улучшение эксплуатационных свойств спецодежды при использовании полимерной композиции на основе производного коллагена – белкового гидролизата [7]. Задача исследования заключается в нанесение полимерной пропитки на основе белкового гидролизата следующего состава в мас.%, %: ПВА (30), акриловый латекс 31...39, силикат натрия 9, белковый гидролизат 22...30. Полимерная композиция наносится на изнаночную сторону швов швейных изделий в виде точечного покрытия.

Научной новизной исследования является способ образования прочностных швов швейных изделий, включающий нанесение при стачивании слоев материала на поверхность ниточного шва полимерной пропитки с припуском по обе стороны, в котором в качестве пропитки используют полимерную композицию на основе белкового гидролизата.

Состав полимерной композиции на основе коллагена представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№	Компоненты	Состав полимерной композиции на основе коллагена в масс., %				Прототип
		пример				
		1-й вариант	2-й вариант	3-й вариант	4-й вариант	
1	ПВА (40%)	30	30	30	30	-
2	Белковый гидролизат (20%)	22	25	27	30	-
3	Силикат натрия (45% влажность)	9	9	9	9	-
4	Акриловый латекс (20%)	39	36	34	31	100
	Всего	100	100	100	100	100

Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная (дисперсия ПВА) – водный раствор полимера, стабилизированный защитным коллоидом, как правило,

другим высокомолекулярным соединением (например, поливиниловым спиртом), отличается высокой адгезионной способностью. По внешнему виду дисперсия ПВА пред-

ставляет собой вязкую жидкость белого или слегка желтоватого цвета (желтизну придает в основном пластификатор), без комков и посторонних механических включений; допускается поверхностная пленка.

Хорошая адгезионная способность должна составлять не менее 400 Н/м для первых сортов, 550 Н/м для высших сортов. Нетоксичен, пожаро- и взрывобезопасен; частично растворим в воде, эмульгированная часть растворима в уксусной кислоте и многих органических растворителях: ацетоне, метаноле, этилацетате, бензоле, дихлорметане и др; тонкий слой адгезива ПВА на ткани практически незаметен, что удобно при соединении ткани моделей и поделок.

Акриловые эмульсии – молочно-белые жидкости без видимого расслаивания, наиболее широко используют в качестве пленкообразователей для материалов легкой промышленности. Для их получения пригодны различные эфиры акриловой и метакриловой кислот, амиды и другие производные этих кислот. Следует отметить, что технические эфиры содержат в качестве стабилизатора гидрохинон, который может вызвать ингибирование инициаторов.

В данной части исследования выбор акриловой эмульсии обусловлен тем, что он, как известно, относится к термореактивным пластичным мягким полимерам, что обеспечивает гомогенную пленкообразующую структуру в создаваемой полимерной композиции.

Силикатами называются соли метакремниевой кислоты H_2SiO_3 . Другое название соли — натрий метасиликат. Молекулярная масса вещества равняется 122,06 г/моль. Внешний вид – белые непрозрачные кристаллы, имеющие зеленоватый оттенок. Плотность равняется 2,4 г/см³. Степень чистоты характеризуется показателем преломления, который равняется 1,52. Температура плавления +1088 °С. Вещество растворимо в воде и нерастворимо в спирте. Силикат натрия стабилен в нейтральной и щелочной среде, а в кислой анион SiO_3 реагирует с катионами H^+ с образованием кремниевой кислоты.

В промышленности различные марки силиката натрия характеризуются соотноше-

нием количества SiO_2 и Na_2O . Оно может меняться от 2:1 до 3,75:1. Сорта с соотношением 2,85:1 и ниже считаются щелочными. То есть у которых более высокое соотношение, характеризуются как "нейтральные". Силикат натрия в виде водных концентрированных растворов представляет собой жидкое или растворимое стекло.

Белковый гидролизат получен из твердых хромсодержащих отходов кожевенного производства. Способ получения белкового гидролизата из твердых хромсодержащих отходов кожевенного производства, включающий раздубливание, ферментативную обработку, отличается тем, что обработку отходов проводят в четыре стадии. Способ позволяет получить белковый гидролизат с низким содержанием минеральных веществ, высоким содержанием сухого остатка, молекулярной массой, соизмеримой с молекулярной массой коллагена (300...360 тыс.). На первой стадии – водным раствором пепсина 0,1...5,0 г/л в течение 1...6 ч, при температуре 30...40°C, на второй стадии – водным раствором щавелевой кислоты 1...20 г/л в течение 1...24 ч, при температуре 10...30°C, на третьей стадии – водным раствором нейтральной или щелочной протеазы 0,1...15,0 г/л в течение 1...6 ч, при температуре 30...40°C, на четвертой стадии – водным раствором уксусной кислоты 40...80 г/л в течение 20...100 ч, при температуре 10...30°C.

Полученная на основе коллагена полимерная система представляет собой гомогенную субстанцию. В исходном состоянии хорошо смешивается с водой, осаждается в ацетоне, эфире. В присутствии солей тяжелых металлов коагулируется. С повышением температуры вязкость уменьшается, а концентрация увеличивается. Сухой остаток исходной композиции в момент употребления составляет 58...62%.

Таким образом, комбинируя исходные соотношения компонентов, разработан новый состав композиции на основе коллагена (белковый гидролизат) для повышения прочности ниточного шва и эксплуатационной надежности спецодежды.

В качестве текстильного материала использовали отечественную хлопчатобумаж-

ную ткань, артикул 3232, производственной компании "Cottonroad". Технические

характеристики тканей представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателей	Предлагаемый	Существующий
Артикул ткани	арт. 3232 фирмы "Cotton road"	арт. 81429 "Климат Standart 250А"
Волокнистый состав	хлопок 100%	хлопок 65%, полиэстер 35%
Вид переплетения	саржевое	саржевое
Усадка, %: по основе по утку	2,0 1,6	1 1,5
Разрывная нагрузка, Н: по основе по утку	993 622	1100 600
Стойкость к истиранию по плоскости, цикл	18200	12000

Способ образования ниточных швов швейных изделий осуществлялся путем нанесения при стачивании слоев материала фирмы "Cottonroad" артикула 3232 полимерной композиции. В качестве полимерной композиции использовали состав на основе 22...30%-ного белкового гидролизата. Композицию наносили на поверхность ниточного шва (ширина шва 0,5...1,0 см) с припуском шириной в 6...11 мм в количестве 3...9 г на один метр строчки посредством устройства, установленного на одноигольной машине челночного стежка фирмы "JACK" (Китай) (рис. 1 – способ образования ниточных швов швейных изделий). За критерии оценки приняты прочность ниточного шва до и после циклических воздействий, жесткость ниточных швов, Н.

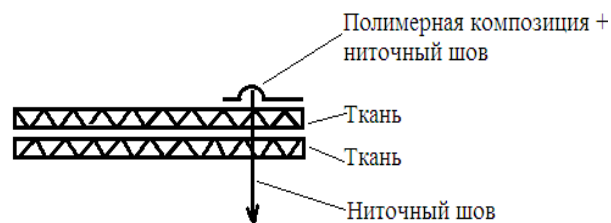


Рис. 1

Жесткость шва определяли согласно ГОСТ 12.4.090–86; прочность шва и стойкость к истиранию – по методическому указанию по выполнению научно-исследовательских и лабораторных работ по испытанию продукции текстильного назначения [8]. Результаты исследований способа образования ниточных швов швейных изделий представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Вид испытаний	По предлагаемому способу				По прототипу
	пример 1	пример 2	пример 3	пример 4	
Прочность шва, Н	196	190	186	195	180
Адгезионная прочность, Н/см	5,2	5,0	4,9	4,9	3,8
Адгезионная прочность ниточного соединения с полимерным композиционным материалом, Н/см, после воздействий многократного изгиба:					
6000 циклов	4,8	4,7	4,6	4,6	3,4
25000 циклов	4,6	4,6	4,5	4,5	3,1
50000 циклов	4,4	4,4	4,3	4,2	2,7
Жесткость шва, Н	0,20	0,20	0,22	0,22	0,3

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования и полученные на их основе результаты позволяют упростить технологический процесс, повысить адгезионную прочность соединений на 27 %, обеспечить адгезионную прочность после воздействий многократного изгиба (50000 циклов) на 38,6 %, снизить жесткость шва на 33 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Веселов В.В. и др.* Химизация технологических процессов швейных предприятий. – Иваново, 1999.
2. *Кокеткин П.П.* Одежда. – М.: МГУДТ, 2001.
3. *Шаньгина В.Ф.* Оценка качества соединения деталей. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
4. *Табитиева Э.В.* Разработка технологии изготовления швейных изделий с использованием коллагенсодержащих материалов: Дис.... канд.тех.наук. – М., 2002.
5. RU Патент № 2560057 С2, 2013.
6. RU Патент №2211264, МПК7 D05B 1/26, 2003.
7. Заявка № IAP 20190123 на выдачу патента на изобретение АИС РУз от 26.03.2019.

8. *Жерницын Ю.В.* Методическое указание по выполнению научно-исследовательских и лабораторных работ по испытанию продукции текстильного назначения. – Ташкент, 2007.

REFERENCES

1. Veselov V.V. i dr. *Khimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov shveynykh predpriyatiy.* – Ivanovo, 1999.
2. Koketkin P.P. *Odezhda.* – M.: MGUDT, 2001.
3. Shan'gina V.F. *Otsenka kachestva soedineniya detaley.* – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1981.
4. Tabitueva E.V. *Razrabotka tekhnologii izgotovleniya shveynykh izdeliy s ispol'zovaniem kollagen-soderzhashchikh materialov: Dis.... kand.tekh.nauk.* – M., 2002.
5. RU Patent № 2560057 S2, 2013.
6. RU Patent №2211264, MPK7 D05B 1/26, 2003.
7. *Zayavka № IAP 20190123 na vydachu patenta na izobretenie AIS RUz ot 26.03.2019.*
8. Zhernitsyn Yu.V. *Metodicheskoe ukazanie po vypolneniyu nauchno-issledovatel'skikh i laboratornykh rabot po ispytaniyu produktsii tekstil'nogo naznacheniya.* – Tashkent, 2007.

Рекомендована отделом организации научной работы. Поступила 01.04.19.

УДК 677:628.8

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ОБЪЕМНЫХ УЧАСТКОВ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ ПОТОКОМ СЖАТОГО ВОЗДУХА

ASSESSMENT OF THE STRESSED STATE IN THE FORMATION OF VOLUME PLOTS OF DETAILS CLOTHES WITH A COMPRESSED AIR FLOW

Н.М. АРТИКБАЕВА, И.Г. ШИН, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, И.В. ЧЕРУНОВА, Н. БРАЛИНА
N.M. ARTIKBAYEVA, I.G. SHIN, S.SH. TASHPULATOV, I.V. CHERUNOVA, N. BRALINA

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Донской государственный технический университет, Россия,
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan
Don State Technical University, Russia,
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: nozima.artikbayeva.84@bk.ru; ssht61@mail.ru; nazira593@mail.ru

В статье представлены материалы по формообразованию деталей одежды (спинки мужского пиджака) потоком сжатого воздуха, действующим

щего на обрабатываемый материал через резиновую мембрану на специальный перфорированный профиль. С помощью безмоментной теории оболочки рассчитано потребное значение технологического давления воздуха для деформирования различных костюмных тканей.

The article provides materials on the shaping of parts of clothing (the back of a men's jacket) with a stream of compressed air acting on the material being processed through a rubber membrane to a special pre-punched profile. With the help of the membrane-free theory of the shell, the required value of the technological pressure of air for the deformation of various costume fabrics has been calculated.

Ключевые слова: формообразование, формоустойчивость, воздухопроницаемость, паропроницаемость, безмоментная теория, оболочка, разрывная нагрузка, перфорация, поток воздуха, деформация, малооперационные технологии.

Keywords: shaping, dimensional stability, breathability, vapor permeability, membrane-free theory, shell, breaking load, perforation, air flow, deformation, low-operational technologies.

Современной основой совершенствования технологии производства швейных изделий являются расширение ассортимента выпускаемой продукции, непрерывное улучшение ее качества, рациональное использование основных и вспомогательных материалов из местного сырья, а также существенное снижение доли ручного труда и применение для проектирования изделий в САПР многоцелевых программных комплексов.

Качество изготовления деталей изделий прежде всего определяется его формоустойчивостью. К сожалению, данный вопрос до настоящего времени недостаточно изучен и требует проведения дальнейших исследований, касающихся влияния различных конструкторского-технологических факторов: физико-механические свойства основной ткани, способы и режимы ВТО, методы стабилизации полученной формы, использование клеевых прокладок и др.

Требуемое формообразование деталей одежды, обеспечение надежного закрепления (формоустойчивости) формы и сохранение ее в процессе эксплуатации являются основной составляющей в улучшении качества швейных изделий. Естественно, при создании сложной заданной формы одежды требуется большое количество швов, что

проводит к нерациональному проектированию швейных изделий. Стремление к минимизации количества швов привело к перспективному направлению развития технологии – изготовление изделий методом формования [1]. Данное направление, получившее название "изготовление одежды на основе малооперационной технологии", основано на получении формы путем трансформации угла между нитями основы и утка без деформации длины нитей ткани (теория "чебышевских сетей") и нашло широкое распространение. Следует отметить, что внедрение малооперационной технологии приводит к сокращению межоперационных переходов и упрощению технологического процесса, что повышает эффективность изготовления швейных изделий.

Формообразование текстильных материалов происходит за счет деформации, проявляемой в виде изменения угла между нитями под действием давления в процессе прессования нити материала или пакета полуфабриката. Такое механическое воздействие, неизбежное при операциях ВТО, как показали исследования [2], приводят к снижению (на 15...21%) физико-механических свойств (разрывное усилие и удлинение), заметному ухудшению гигиенических (воздухопроницаемости, паропроницаемости) по-

казателей. Следовательно, актуальным представляется совершенствование способов формообразования и обработки деталей одежды, приводящих к максимальному сохранению заданных физико-механических и гигиенических свойств путем устранения отрицательного механического воздействия в виде давления твердого рабочего тела на материал.

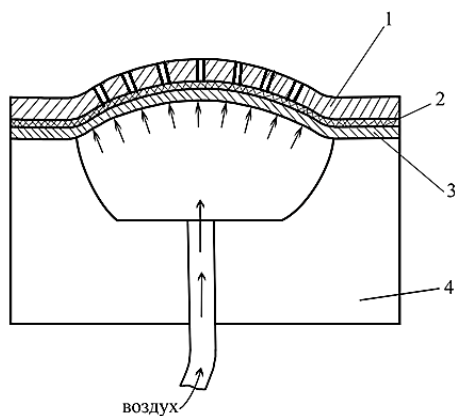


Рис. 1

На рис. 1 (зона формообразования объемных участков деталей одежды под давлением сжатого воздуха: 1 – перфорированная форма с отверстиями для подачи полимерного композиционного материала; 2 – материал (ткань); 3 – резиновая мембрана; 4 – основание) показана зона формообразования объемных участков деталей одежды в соответствии с ранее разработанным устройством [3]. При подаче воздуха с определенным давлением p резиновая мембрана 3 прижимает обрабатываемый материал (ткань) 2 к перфорированной форме 1. Резиновая мембрана под давлением воздуха деформирует обрабатываемый материал и принимает профиль перфорированной формы. Надежное закрепление полученной объемной формы деталей одежды происходит за счет взаимодействия полимерного композиционного материала, поступающего через специальные отверстия перфорированной формы на деформированный материал.

Таким образом, основной внешний фактор, влияющий на степень упругопластического деформирования ткани в данном устройстве, это давление воздуха p и время его выдержки (продолжительности силового

воздействия рабочего тела – сжатого воздуха).

Обоснование необходимого уровня давления воздуха для формирования объемных участков деталей одежды должно строиться на взаимосвязи и учете физико-механических свойств тканей и способности их деформироваться без разрушительных процессов. В качестве напряжений, возникающих при деформировании тканей через упругую мембрану потоком сжатого воздуха, можно в первом приближении принять удельную разрывную силу, определяемую экспериментально на специальных образцах. Давление воздуха, соответствующее этому значению удельной силы, следует считать предельным, что дает возможность установить технологический диапазон допускаемых значений давлений воздуха в зависимости от вида ткани.

Учитывая профиль объемных участков деталей одежды, а также минимальную толщину тканей, значительно меньшей, чем радиус кривизны данного участка, можно с уверенностью применить безмоментную теорию тонкой оболочки [4] для оценки напряженного состояния деформируемой ткани.

В соответствии с данной теорией геометрия оболочки в целом определяется не только формой так называемой ее срединной поверхности, но и законом изменения толщины оболочки. Часто встречающиеся на практике оболочки имеют постоянную толщину, и срединная поверхность представляет собой поверхность вращения, создающую осесимметричные оболочки.

Нагрузка, действующая на такую оболочку, можно полагать, также обладает свойством симметрии, что значительно упрощает задачу расчета оболочек. Это связано с тем, что все внутренние силы для такой оболочки по дуге круга постоянны и зависят только от текущего радиуса или длины дуги, измеренной вдоль образующей тела вращения.

Безмоментная теория оболочек предполагает, что напряжения, возникающие в оболочке, не изменяются по толщине и поэтому изгиб оболочки отсутствует. При этом чем меньше толщина оболочки, тем ближе к действительности предполагаемый

закон постоянства напряжений по толщине и тем более возрастает точность результатов расчета по безмоментной теории.

Расчет напряжений в симметричных оболочках по безмоментной теории можно осуществить по уравнению Лапласа:

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

где σ_m и σ_t – соответственно меридиональное и окружное (тангенциальное) напряжения; ρ_m, ρ_t – соответственно радиус кривизны дуги меридиана срединной поверхности и радиус кривизны нормального сечения, перпендикулярного дуге меридиана; h – толщина оболочки; p – внутреннее давление.

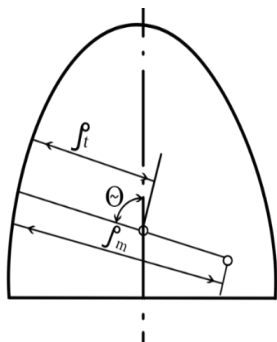


Рис. 2

Величины, входящие в формулу (1), отражены на рис. 2 (симметричная оболочка толщиной h с радиусами кривизны в меридиональном (ρ_m) и окружном (ρ_t) направлении) и рис. 3 (схема нагружения элемента $ds_1 ds_2$, выделенного из оболочки). На рис. 2 показаны радиусы кривизны ρ_m и ρ_t , причем радиус кривизны ρ_t равен отрезку нормали, заключенному между срединной поверхностью и осью симметрии. Радиусы кривизны ρ_m и ρ_t в общем случае являются функцией угла θ – угла между нормалью и осью симметрии.

На рис. 3 показан элемент оболочки $ds_1 ds_2$, выделенный двумя парами меридиональных и нормальных конических сечений. На гранях элемента возникают напряжения σ_m и σ_t , которые дают соответствующие силы $\sigma_m h ds_2$ и $\sigma_t h ds_1$, если учесть площади граней элемента. Проецируя все силы на нормаль с учетом силы нормаль-

ного давления $p ds_1 ds_2$, следует соотношение:

$$p ds_1 ds_2 - \sigma_m h ds_2 d\theta - \sigma_t h ds_1 d\varphi = 0, \quad (2)$$

где $d\theta = \frac{ds_1}{\rho_m}$, $d\varphi = \frac{ds_2}{\rho_t}$.

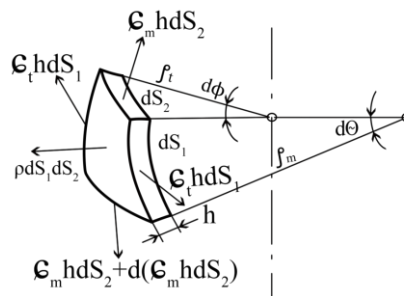


Рис. 3

Меридиональное напряжение σ_m можно найти из уравнения равновесия, проецируя все силы (рис. 3) на направление оси оболочки и рассмотрев часть оболочки, отсеченной коническим нормальным сечением:

$$\sigma_m 2\pi r h \sin\theta = P, \quad (3)$$

где P – осевая равнодействующая внешних сил.

Таким образом, меридиональное σ_m и окружное напряжения σ_t по безмоментной теории оболочки определяются из уравнений равновесия. Напряженное состояние оболочки считается двухосным (плоским), так как третье главное напряжение, проявляющееся как надавливание между слоями оболочки, предполагается малым. Действительно, если наибольшее радиальное напряжение по абсолютной величине равно нормальному давлению p , то напряжения σ_m и σ_t в соответствии с уравнением Лапласа имеют значения порядка $p\rho_m/h$ или $p\rho_t/h$.

Произведем оценку напряженного состояния, возникающего при обработке, например, спинки мужского пиджака потоком сжатого воздуха по рассмотренной выше схеме формообразования. В поперечном сечении верхний участок профиля мужского пиджака можно описать частью цилиндрической поверхности с радиусом R , который в соответствии с рис. 1 равен $\rho_t = R$. Радиус кривизны цилиндрической поверхности в

меридиональном направлении $\rho_m = \infty$, поэтому формула Лапласа (1) упрощается и принимает вид:

$$\frac{\sigma_t}{R} = \frac{P}{h}, \text{ откуда } \sigma_t = \frac{PR}{h}. \quad (4)$$

Выделенный прямоугольный элемент ABCD из цилиндрической оболочки (рис. 2) находится в двухосном напряженном состоянии: $\sigma_1 = \sigma_t$, $\sigma_2 = \sigma_m$, $\sigma_3 = 0$. При этом эквивалентное напряжение равно:

$$\sigma_{\text{эkv}} = \sigma_1 - k\sigma_3 = \frac{PR}{h}, \quad (5)$$

где k – отношение предела текучести при растяжении $\sigma_{\text{тр}}$ к пределу текучести при сжатии $\sigma_{\text{тс}}$.

Введение понятия эквивалентного напряжения сводит расчет на прочность при сложном напряженном состоянии к расчету на обычное простое одноосное растяжение или сжатие. Если в качестве эквивалентного напряжения $\sigma_{\text{эkv}}$ принять разрывное усилие, отнесенное к площади поперечного сечения образцов ткани, то можно рассчитать предельное давление $p_{\text{пр}}$ сжатого воздуха, приводящее к разрушению материала.

Значения давлений P , меньших по значению, чем предельные, составят технологическое давление p_t , необходимое для формообразования объемных участков деталей одежды. Таким образом, справедливы следующие соотношения:

$$P_t < P_{\text{пр}}; \sigma_{\text{эkv}} = \sigma_p, \quad (6)$$

где σ_p – удельная сила разрушения материалов, отнесенная к площади его поперечного сечения. С учетом выражений (5) и (6) получим:

$$P_{\text{пр}} = \frac{\sigma_p h}{R}. \quad (7)$$

Удельную силу разрушения σ_p (разрывное напряжение), отнесенную к площади поперечного сечения материала, можно рассчитать по формуле:

$$\sigma = \frac{P_p}{S}, \text{ МПа}, \quad (8)$$

где P_p – разрывная нагрузка, Н; S – площадь поперечного сечения единичной пробы, мм².

При необходимости сравнения разрывной нагрузки текстильных полотен разной массы используют зависимость для удельной разрывной нагрузки P_0 , кН·м/кг, выраженную в виде [5]:

$$P_0 = 10^3 P_p \rho_s^{-1} a_p^{-1}, \quad (9)$$

где P_p – абсолютная разрывная нагрузки, Н; ρ_s – поверхностная плотность полотна, г/м²; a_p – рабочая ширина полоски пробы, мм.

Тогда разрывное напряжение определяют по формуле, учитывающей плотность материала γ :

$$\sigma_p = P_0 \gamma. \quad (10)$$

Таким образом, необходимо располагать экспериментальными данными по разрывной нагрузке некоторых костюмных тканей. С этой целью были проведены испытания костюмных тканей (табл. 1 – характеристики костюмных тканей) на одноосное растяжение по стандартной методике на разрывной машине AutographAG-1, работающей с помощью специальной компьютерной программы. Образцы (единичные пробы) имели размеры 200×50 мм, их заправляли в зажимах по методу "стрип" так, чтобы геометрическая ось проходила посередине зажимов и располагалась строго вертикально.

Для определения предельного давления $p_{\text{пр}}$ (7) следует задаться значением R – радиуса цилиндрической поверхности, описывающей в поперечном сечении верхний участок профиля мужского пиджака. Как показали измерения, данный радиус R можно принять равным 15...16 см, что соответствует костюму 50-го размера. Толщина материалов, как известно, колеблется в широком диапазоне, в зависимости от назначения и вида (ткань, трикотажное полотно, нетканое полотно). Так, для костюмов применяются ткани толщиной 0,4...1,5 мм. Приведенные ткани имели толщину в пределах 0,6...0,8 мм.

	Наименование ткани	Поверхностная плотность, г/м ²	Волокнистый состав, %	Механические характеристики	
				разрывная нагрузка, Н	удлинение, %
1	Полушерстяная	280	шерсть/полиэстер 50/50	основа/уток 900/680	основа/уток 19/9
2	Синтетическая	250	полиэстер 100	основа/уток 1000/750	основа/уток 18/9
3	Шерстяная	263	шерсть 100	основа/уток 720/550	основа/уток 21/14

Для расчета разрывного напряжения σ_p были использованы данные разрывных нагрузок P_p , диапазон значений которых по основе и утку соответственно составил 720...1000/550...750 Н. Исходя из средних значений разрывной нагрузки по основе и утку, можно рассчитать удельную разрывную нагрузку, приходящуюся на 1 мм ширины образца: 17,5 и 13,2 Н/мм. Тогда значения нормального напряжения σ_p при разрыве образца, в зависимости от толщины ткани, находятся в пределах 15,8...26,3 Н/мм², а предельные давления, необходимые для формообразования объемных участков деталей одежды, будут равны:

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{\sigma_p \cdot h}{R} = 0,06 \dots 0,13 \text{ (Н/мм}^2\text{)},$$

что соответствует $\rho_{\text{пр}} = 0,6 \dots 1,3$ атм.

ВЫВОДЫ

Установлен технологический диапазон допускаемых значений давлений воздуха для деформирования различных тканей при формообразовании объемных участков деталей одежды с помощью описанного устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ташпулатов С.Ш.* Разработка высокоэффективной ресурсосберегающей технологии изготовления швейных изделий: Дис...докт. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП, 2008.

2. *Бахриддинова Д.А., Ташпулатов С.Ш., Алимбаев Э.Ш., Исмаилова Д.А.* Изменение геометрических параметров текстильных материалов при ВТО деталей одежды // Проблемы текстиля. – Ташкент, 2011, №1. С.63...66.

3. Патент UZ №FAR01017. Устройство для формообразования объемных деталей одежды // Артикбаева Н.М., Джураев А.Д., Юнусов С.З., Ташпулатов С.Ш., Бахриддинова Д.А., Рихсиева Б.А. // Расмий ахборотнома-2015 йил.

4. *Феодосьев В.И.* Сопrotивление материалов. – М.: Наука, 1986.

5. *Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Коблякова А.И.* Текстильное материаловедение. – М.: Легпромбытгиздат, 1992.

REFERENCES

1. Tashpulatov S.Sh. Razrabotka vysokoeffektivnoy resursosberegayushchey tekhnologii izgotovleniya shveynykh izdeliy: Dis...dokt. tekhn. nauk. – Tashkent: TITLP, 2008.

2. Bakhriddinova D.A., Tashpulatov S.Sh., Alimbaev E.Sh., Ismailova D.A. Izmenenie geometricheskikh parametrov tekstil'nykh materialov pri VTO detaley odevzhdyy // Problemy tekstilya. – Tashkent, 2011, №1. S.63...66.

3. Patent UZ №FAR01017. Ustroystvo dlya formoobrazovaniya ob'emnykh detaley odevzhdyy // Artikbaeva N.M., Dzhuraev A.D., Yunusov S.Z., Tashpulatov S.Sh., Bakhriddinova D.A., Rikhsieva B.A. // Rasmiy akhborotnoma-2015 yil.

4. Feodos'ev V.I. Soprotivlenie materialov. – M.: Nauka, 1986.

5. Kukin G.N., Solov'ev A.N., Koblyakova A.I. Tekstil'noe materialovedenie. – M.: Legprombytizdat, 1992.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

ПРИНЦИПЫ ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

PRINCIPLES OF IMPLEMENTATION OF LEAN PRODUCTION AT SEWING COMPANIES

*М.А. НУРЖАСАРОВА, Л.Т. САРТТАРОВА, Д.Б. ДИКЕНОВА,
М. КАНДИДАТ, Ж.К. АДАМБЕКОВА*

*M.A. NURZHASAROVA, L.T. SARTTAROVA, D.B. DIKENOVA,
M. KANDIDAT, Z.K. ADAMBEKOVA*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: maira54@mail.ru

В статье рассматривается использование принципов бережливого производства на предприятиях легкой промышленности.

Проведены маркетинговые исследования, изложена суть и принципы методов бережливого производства и их инструменты. Представлена таблица производственных потерь и устранения их с помощью методов и инструментов бережливого производства.

The article discusses the use of lean manufacturing principles in light industry enterprises.

Conducted marketing research, outlines the essence and principles of lean manufacturing methods and their tools. A table of production losses and eliminating them using lean manufacturing methods and tools is presented.

Ключевые слова: бережливое производство, технологическая последовательность, инструменты и методы.

Keywords: lean manufacturing, tools and methods.

Одной из основных проблем швейных предприятий частной и государственной собственности является низкий уровень производительности труда, который оказывает отрицательное влияние на развитие легкой промышленности.

В настоящее время широкое распространение получила концепция бережливого производства, которая включает в себя целый ряд методов и инструментов, использование которых способствует сокращению производственного цикла.

Бережливое производство (от англ. lean production, lean manufacturing – "стройное производство") – концепция управления производственным предприятием, основанная

на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь [1].

Бережливое производство – это система организации производства, в основе которой лежат принципы и инструменты, которые основываются на непрерывном совершенствовании организации производства, улучшении качества продукции и сокращении производственных потерь, что обеспечивает конкурентоспособность продукции, выпускаемой предприятием.

Основными принципами бережливого производства на швейных предприятиях являются:

– установление конкурентоспособности выпускаемой продукции;

– сокращение производственного процесса на основе внедрения инновационных технологий;

– достижение высокого качества продукции.

Бережливое производство представляется в качестве процесса, состоящего из пяти стадий: определение ценности конкретного товара, установление потока создания ценности данного продукта, обеспечение непрерывного течения потока, предоставление потребителю возможности вытягивать товар, стремление к совершенству.

Среди других принципов, на которых основывается бережливое производство, следует выделить: достижение отличного качества – сдача товара с первого предъявления, использование схемы "ноль дефектов", выявление и решение проблем на самых ранних стадиях их возникновения; формирование долгосрочного взаимодействия с потребителем посредством деления информации, затрат и рисков [3].

Данная концепция способствует сокращению производственных потерь на этапах подготовки, раскроя, запуска моделей в производство, а также выпуска готовой продукции на швейных предприятиях, с учетом хранения материалов, деталей кроя, полуфабриката и готовой продукции.

Наряду с концепцией бережливого производства с целью производственной и технологической интеграции швейных предприятий часть работ целесообразно выполнять с помощью САПР одежды. В настоящее время в швейной промышленности созданы и функционируют такие компьютерные программы, как: "Leko", "Cuat", "CorelDRAW" "Graphics Suite", "AutoCAD", "Adobe Photoshop", "Gerber", "Assol", "Раскладка", "Автокрой", "Grace", "GRAFIS", которые широко используются в процессе проектирования одежды, начиная от эскизного проекта и заканчивая технологическим процессом [1].

С этой целью при внедрении бережливого производства часто используют модуль "Assol" технолога "САПР", который помогает автоматизировать комплектацию швейного изделия и производить расчет технологических последовательностей, сос-

тавляя график разделения труда, отчетности и печати документов. Также позволяет набирать новую технологическую последовательность неделимых операций. Стоимость неделимых операционных единиц технологической последовательности автоматически рассчитывается на основе текущих тарифных коэффициентов. Схема разделения труда, выполняемая в интерактивном режиме, и заключается в распределении неделимых операций по организационным операциям (сотрудник или группа). Содержимое технологической последовательности или конкретных неделимых операций переносится в операцию организационного копирования из одного каталога в другой, который может задать % вхождения, то есть распределить неделимую операцию между несколькими сотрудниками [2].

В связи с этим внедрение автоматизированных программ позволяет намного сократить производственный цикл, что является ключевым условием бережливого производства.

Известно, что основными методами бережливого производства являются: 6S, кайдзен, канбан, Just-in-Time "точно во-время", SMED (быстрая переналадка), Poka_Yoke "предотвращение ошибок", поток единичных товаров, вытягивающее поточное производство, TPM "система всеобщего ухода за оборудованием", визуальный контроль, SOP стандартные операционные процедуры, компоновка ячеек и др. [3...7].

В табл. 1 представлены методы бережливого производства и их внедрение с помощью инструментов.

В целях внедрения инструментов бережливого производства на швейных предприятиях необходимо знать:

– слабые и сильные стороны технологических процессов основных и вспомогательных цехов;

– благоприятные возможности внедрения системы 6S "Совокупность принципов организации рабочего места" на рабочих местах;

– виды производственных потерь и пути их устранения с помощью метода кайдзен;

– методы и инструменты бережливого производства, которые необходимо внед-

рять в основных и вспомогательных цехах швейного предприятия.

Т а б л и ц а 1

Методы бережливого производства	Инструменты методов бережливого производства
Картирование потока создания ценности (Value Stream Mapping)	Документирование карты текущего состояния
	Анализ потока производства
	Создание карты будущего состояния
	Разработка плана по улучшению
Вытягивающее поточное производство	Поток в одно изделие ("single piece flow")
Кайдзен	Взаимодействие
	Личная дисциплина
	Улучшенное моральное состояние
	Круги качества
	Предложения по усовершенствованию
Канбан	Запускающий предыдущий процесс
	Двухбункерный (однокарточный)
	Многокарточный
	Канбан однократного использования
Система 6S – технология создания эффективного рабочего места	Сортировка
	Рациональное расположение
	Уборка
	Стандартизация
	Совершенствование
Быстрая переналадка оборудования (SMED – Single Minute Exchange of Die)	Безопасность
	Выявить внутренние (выполняемые после остановки) и внешние (выполняемые во время работы) операции переналадки технологического оборудования
Рока _Yoke "предотвращение ошибок"	Минимизировать внутренние операции за счет внешних
	Информативный контроль
	Внутрипроцессный контроль
	Окончательный контроль

Система 6S направлена на сокращение потерь в связи с плохой организацией рабочего пространства. TPM – это инструмент бережливого производства, который позволяет сократить простои оборудования из-за поломки или нерационального использования.

Внедрение системы бережливого производства на предприятиях швейной промышленности необходимо начинать с методики 6S, которая за счет эффективных рабочих мест способствует созданию благоприятных условий труда. Такая организация рабочего места способствует повышению качества и производительности труда, способствует снижению производственных потерь, соблюдению правил охраны труда и техники безопасности на рабочем месте, а также выпуску конкурентоспособной продукции. Система 6S представляет собой ме-

тод организации рабочего места, который значительно повышает эффективность и управляемость рабочей зоны, улучшая корпоративную культуру, а также сокращает время на вспомогательные и переместительные приемы. Система 6S используется как первый этап бережливого производства, которая способствует поддержанию порядка на рабочем месте и содержания оборудования в чистоте [5].

Определение кайдзен состоит из двух слов "кай" – "изменить" ("преобразовать"), и "дзен" – "в сторону лучшего". Кайдзен – это инструмент бережливого производства за счет непрерывного совершенствования методов работы на основе непрерывного улучшения качества, технологии, процессов, а также повышения производительности труда. Принципы философии кайдзен нап-

равлены на значительное снижение потерь на каждом этапе технологического процесса, включая операции.

"Канбан" – японское слово, обозначающее "сигнал" или "карточка". Существует несколько вариантов канбан в зависимости от применения: запускающий предыдущий процесс, двухбункерный (однокарточный), многокарточный, канбан однократного использования и др. Это метод, используемый для вытягивания продуктов и материалов на бережливые производственные линии.

Вытягивающее производство (англ. pull production) – схема организации производства, при которой объемы продукции на каждом производственном этапе определяются исключительно потребностями последующих этапов.

Картирование потока создания ценности – это достаточно простая и наглядная графическая схема, изображающая материальные и информационные потоки, необходимые для предоставления продукта или услуги конечному потребителю. Карта потока создания ценности дает возможность сразу увидеть узкие места потока и на основе его анализа выявить все непроизводительные затраты и процессы, разработать план мероприятий по сокращению этих потерь.

Система SMED предусматривает смену шпуль, игл, перезаправку ниток или переналадку оборудования всего за несколько минут или даже секунд – "в одно касание".

Система TPM – "всеобщий уход за оборудованием" – способствует улучшению качества оборудования за счет профилакти-

ческого обслуживания. Кроме этого предупреждает и выявляет дефекты оборудования на ранних этапах, которые могут привести к более серьезным проблемам.

Система JIT (Just-In-Time – точно вовремя) – система управления материалами в производстве, при которой компоненты с предыдущей операции (или от внешнего поставщика) доставляются именно в тот момент, когда они требуются, но не раньше. Данная система ведет к резкому сокращению объема незавершенного производства, материалов и готовой продукции на складах.

Визуализация – это любое средство, информирующее о том, как должна выполняться работа. Это такое размещение инструментов, деталей, тары и других индикаторов состояния производства, при котором каждый с первого взгляда может понять состояние системы – норма или отклонение. Наиболее часто используемые методы визуализации на швейных предприятиях: цветовая маркировка, маркировка краской, графические рабочие инструкции.

Потери на швейных предприятиях образуются вследствие: ожидания, перепроизводства, транспортировки, лишних стадий обработки, ненужных перемещений, выпуска дефектных товаров, лишних запасов, а также потерь творческого потенциала [1], [2].

В результате изучения инструментов бережливого производства нами представлена табл. 2, где показаны виды производственных потерь и их устранение с помощью методов и инструментов бережливого производства.

Т а б л и ц а 2

№	Виды производственных потерь	Мероприятия	Методы и инструменты бережливого производства
1	Перепроизводство	- сократить затрату времени на наладку, переналадку и балансировку производственных линий	- Канбан (вытягивающее производство); - выравнивание загрузки производственных линий
2	Ожидание	- предусмотреть гибкий график рабочих, технического осмотра оборудования, распределения операций между исполнителями	6S, TPM, SMED, Кайдзен
3	Транспортировка	- создать карту маршрутов транспортных средств; - провести анализ; - перепланировка; - перераспределение ответственности; - устранение удаленных запасов	Картирование потока создания ценности (Value Stream Mapping)

4	Излишняя обработка	- изучить спрос на выпускаемую продукцию	-внедрение инновационных технологий
5	Запасы	- равномерно организовывать производство; - учитывать спрос на продукцию; -установить и наладить связи с поставщиками материалов и торговыми организациями	Канбан, Just-in-Time "точно вовремя"
6	Перемещения	- разработать эффективную систему организации рабочего места; -разработать и изучить карту потока создания ценности или карты; физических потоков для каждого процесса; -составить комплексную схему фактических потоков процесса (диаграмма Спагетти)	-Картирование потока создания ценности (Value Stream Mapping); - балансировка производства; - стандартные операционные процедуры (СОП)
7	Дефекты	- совершенствовать систему визуального контроля; - разработать более полные стандартные операционные процедуры	- Пока-ёкэ "Рока-Йоке"; -встроенное качество; - визуализация
8	Неиспользованный творческий потенциал	- курсы повышения квалификации; - разработка стратегии и методики назначения сотрудников на должности; - эффективная система мотивации	- мозговой штурм; - групповые дискуссии; -разбор реальных ситуаций; - выполнение заданий в мини-группах

ВЫВОДЫ

Нами рассмотрены виды потерь и пути их сокращения с помощью инструментов бережливого производства, которые можно внедрить на швейных предприятиях. Это способствует повышению производительности труда, а также сокращению производственного цикла на всех этапах технологического процесса швейного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sarttarova L.T., Mustafina ZH.T., Yunusova D.A. Design of models of zone clothes with use of elements of discrete mathematics // Izv Vuzov. Textile Industry Technology. – 2017, №5. С.161...163
2. Sarttarova L.T., Yeralueva M.Zh. The analysis of developments in the field of automation of technological preparation of production // Izv Vuzov. Textile Industry Technology. – 2016, № 6. С.301...304
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
4. Вумек Дж., Джонс Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. (серия "Модели менеджмента ведущих корпораций")
5. <https://fb.ru/article/189365/berezhlivoe-proizvodstvo-i-ego-instrumentyi-berezhlivoe-proizvodstvo---eto>
6. Майк Вэйдер. Инструменты бережливого производства. Мини-руководство по внедрению мето-

дик бережливого производства. – 4-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.

7. <http://www.improvement.ru/zametki/new/roman15022013.htm>

REFERENCES

1. Sarttarova L.T., Mustafina ZH.T., Yunusova D.A. Design of models of zone clothes with use of elements of discrete mathematics // Izv Vuzov. Textile Industry Technology. – 2017, №5. S.161...163
2. Sarttarova L.T., Yeralueva M.Zh. The analysis of developments in the field of automation of technological preparation of production // Izv Vuzov. Textile Industry Technology. – 2016, № 6. S.301...304
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
4. Vumek Dzh., Dzhons D. Berezhlivoe proizvodstvo: Kak izbavit'sya ot poter' i dobit'sya protsvetaniya vashey kompanii. – М.: Al'pina Biznes Buks, 2007. (seriya "Modeli menedzhmenta vedushchikh korporatsiy")
5. <https://fb.ru/article/189365/berezhlivoe-proizvodstvo-i-ego-instrumentyi-berezhlivoe-proizvodstvo---eto>
6. Mayk Veyder. Instrumenty berezhlivogo proizvodstva. Mini-rukovodstvo po vnedreniyu metodik berezhlivogo proizvodstva. – 4-e izd. – М.: Al'pina Biznes Buks, 2008.
7. <http://www.improvement.ru/zametki/new/roman15022013.htm>

Рекомендована отделом организации научной работы. Поступила 01.04.19.

УДК677.051.183

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ИГОЛЬНО-ПЛАНОЧНОЙ ГАРНИТУРЫ
ДЛЯ ЧЕСАНИЯ ВОЛОКОН ПЕНЬКИ**

**ASSESSMENT OF THE STRESSED-DEFORMED STATE
OF THE NEEDLE-PLANE HEADSET
FOR CEREALY FIBER HEMP**

Г.М. ТРАВИН, М.М. ТРАВИН, Н.В. КИСЕЛЕВ, А.В. ПРИВАЛОВ

G.M. TRAVIN, M.M. TRAVIN, N.V. KISELEV, A.V. PRIVALOV

(Костромской государственный университет)

(Kostroma State University)

E-mail: infoYksiLedum

Рассмотрено построение графической модели гребенной планки, на основе которой сформирована конечно-элементная расчетная модель, исследованная с использованием универсального пакета ANSYS. Представлены результаты расчета планки, а также графические аннотации в виде изоповерхностей и изолиний в прозрачном теле. Дана оценка прочности элементов планки по критерию максимального напряжения. Исследована конечно-элементная модель игольной вставки, определен прогиб игл под действием нагрузки и его влияние на работоспособность гарнитуры и качество прочеса пеньковолокна.

The construction of a graphical model of a combed bar, on the basis of which a finite element calculation model is formed, studied using the ANSYS universal package, is considered. The results of the calculation of the slats, as well as graphic annotations in the form of isosurfaces and isolines in a transparent body are presented. An assessment of the strength of the elements of the bar according to the maximum stress criterion is given. The finite element model of the needle insert is investigated, the deflection of the needles under the action of the load and its influence on the performance of the headset and the quality of the hemp fiber are determined.

Ключевые слова: чесание конопли, гребенная планка, расчетная модель, напряжения и деформации в планке, оценка с использованием пакета ANSYS.

Keywords: carding hemp, combed strap, model analysis, stress and strain in the strap, the evaluation using the ANSYS package.

Необходимость оценки напряженно-деформированного состояния элементов игольной планки обусловлена потребностью разработки методов ее проектирования и экспериментальной отработки создаваемой новой конструкции для чесания волокон пеньки. Исследование и оценка осуществлялись на основе применения универсального пакета ANSYS на базе метода конечных элементов [1], который позволяет создавать геометрические модели собственными средствами, а также импортировать и модифицировать внешние.

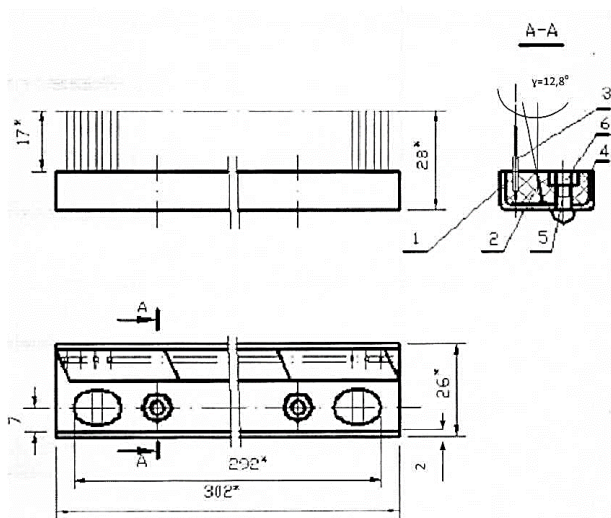


Рис. 1

По исходным данным чертежа наиболее перспективной ремонтпригодной конструкции гребенной планки, представленного на рис. 1 (конструкция игольной планки со сменной вставкой и клиновым зажимом: 1 – основание, 2 – вставка игольная, 3 – игла, 4 – зажим клиновидный, 5 – винт, 6 – гайка), построена геометрическая твердотельная 3D-модель рассматриваемого изделия. Поперечное сечение основания планки имеет п-образную форму с радиусными закруглениями в местах перехода горизонтальной части в полки. Построенная графическая модель использована в САЕ-программе для формирования конечно-элементной расчетной модели (рис. 2 – конечно-элементная модель гребенной планки), отличие которой от графической определяется наложенными граничными условиями: действующими нагрузками, законом их изменения, условиями закрепления.

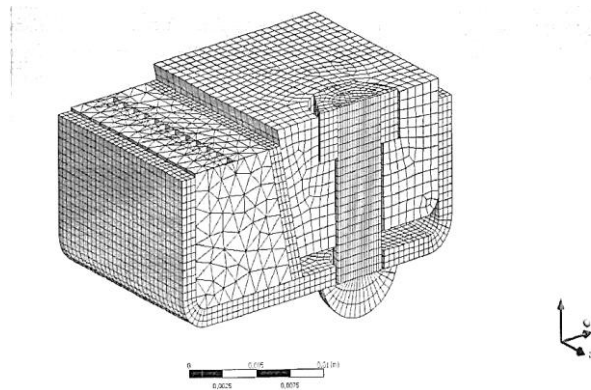


Рис. 2

Для выполнения расчета задавались свойства материалов: модели материалов, критерии их жесткости и прочности. В качестве моделей этих материалов была принята модель Bilinear Isotropic Hardening (Билинейная с течением и упрочнением) [2]. Сечение по оси винта крепления клинового зажима рассматривается как плоскость симметрии с нулевым перемещением по оси Z. Торцевой винт лишен перемещений по всем осям, что дает возможность рассчитать напряженно-деформированное состояние планки под действием только усилий затяжки винта. Исходя из формы элементов твердотельной модели гребенной планки, с помощью сеточного генератора выполнена автоматизированная процедура построения дискретной модели, представляющей область пространства, занимаемую объектом с нанесенной на него сеткой из элементов, соединенных между собой в некоторых точках (узлах).

Из всех способов генерации сетки в системе ANSYS применено автоматическое создание произвольной сетки. При этом реализован алгоритм разумного выбора размеров конечных элементов, позволивший построить сетку, содержащую 24056 элементов и 94709 узлов с учетом кривизны поверхности модели и наилучшего отображения ее реальной геометрии. При построении модели и ее исследовании графические аннотации (геометрические объекты, символы, текст) прикреплены к точкам, узлам и в случае необходимости перемещаются вместе с моделью. Общее усилие затяжки в клиновом зажиме, установленное в [3], составляет 500 Н на винт. Результаты

расчета с графическими аннотациями (деформации и/или перемещения, а также эквивалентные напряжения) представлены в виде изоповерхностей и изолиний в прозрачном теле, например, для основания, на рис. 3 (деформация основания) с увеличением визуализации.

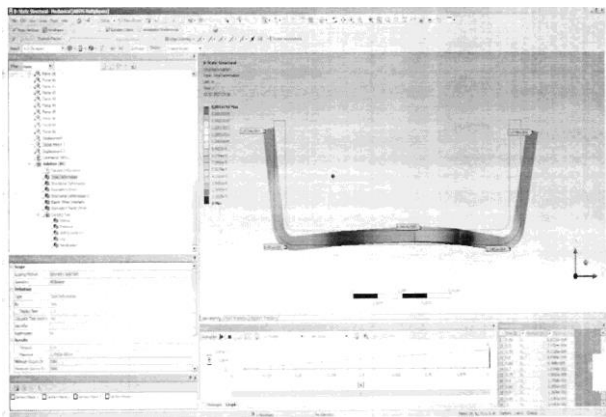


Рис. 3

Анализ модели показывает, что вершины боковых полок основания толщиной $8 = 1,2$ мм из малоуглеродистой стали перемещаются на 0,203 мм слева и 0,308 мм справа в основном за счет деформации его горизонтальной части соответственно на 0,085 и 0,115 мм. Следовательно, высказанное в [4] предположение об отгибе полок вследствие значительной деформации в зоне перехода из нижней части основания не соответствует действительности. В качестве критерия оценки прочности элементов игольной гарнитуры использовался критерий максимального напряжения по Мизесу, основанный на теории Мизес-Хенки (Mises-Hencky), известной также как теория максимальной энергии формоизменения [5]. Теория утверждает, что пластичный материал начинает повреждаться в местах, где напряжение по Мизесу становится равным предельному напряжению, в качестве которого используется предел текучести σ_m . Установлено, что наибольшие напряжения до 270 МПа, весьма близкие к σ_m , имеют место в нижней части основания планки в зоне концентратора (отверстия под винт) и местах перехода в полки. В самих полках эти напряжения не превышают 200 МПа. Из этого можно сделать заключение о том, что

необходимо увеличить толщину заготовки основания, поскольку принятая в настоящее время толщина 1,2 мм рассчитана для условий чесания льна.

Наибольшие напряжения в клиновом зажиме и игольной вставке, как следует из графических аннотаций, не превышают 19 МПа. Эти значения ниже в три с лишним раза предела текучести, что свидетельствует о достаточной прочности элементов, изготовленных из полиамида.

Напряженно-деформированное состояние в местах заделки игл рассматривается только от действия технологической нагрузки, независимо от затяжки винта. Это требует создания конечно-элементной модели с частой сеткой, что показано на рис. 4 (конечно-элементная модель игольной вставки).

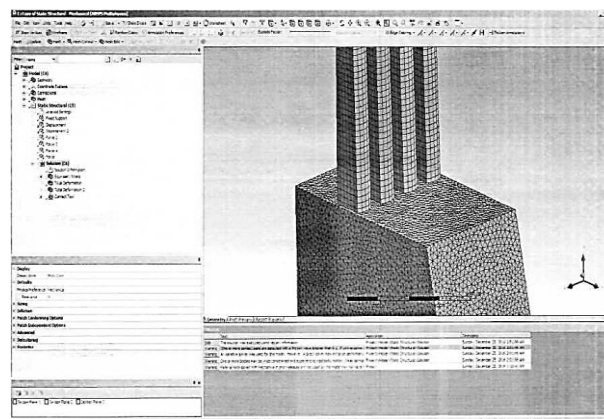


Рис. 4

Исследование конечно-элементной модели игольной вставки показало, что прогиб игл под действием указанной выше нагрузки не превышает 0,1 мм, что не оказывает существенного влияния на работоспособность гарнитуры и качество прочеса пеньковолокна. Наибольшие напряжения в игле не превышают 60 МПа. В полиамиде они могут достигать предела текучести 65 МПа только в верхних точках посадочного гнезда. Как показано в [6], напряжения на поверхности иглы от усадки полимера существенно (в 6...7 раз) ниже. Следовательно, принятое решение об оценке напряженного состояния в гнездах посадки игл только от действия технологической нагрузки можно считать обоснованным. Статус контакта иглы с полиамидом в верхней части можно

охарактеризовать как с возможным проскальзыванием. Появление такого рода контакта обуславливает возможность расшатывания игл в игольной вставке, что требует использования полиамида с большим пределом текучести.

ВЫВОДЫ

1. Предложено для исследования напряженно-деформированного состояния игольно-планочной гарнитуры использовать систему инженерного анализа с применением универсального пакета ANSYS на базе метода конечных элементов.

2. Установлено, что от действия усилия затяжки вершины боковых полок стального основания принятой толщины перемещаются на 0,203 мм слева и 0,308 мм справа, в основном за счет деформации его горизонтальной части, а наибольшие напряжения (до 270 МПа) имеют место в зоне концентратора (отверстия под винт) и местах перехода в полки. Это требует увеличения толщины основания планки для чесания пеньковолокон.

3. Наибольшие напряжения в игле от действия технологической нагрузки не превышают 60 МПа, а в полиамиде они могут достигать предела текучести 65 МПа только в верхних точках посадочного гнезда, что требует использования полиамида с большим пределом текучести.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / Под общ. ред. Д.Г. Красковского. – М.: Компьютер пресс, 2002.
2. Работа с моделями материалов в приложении Engineering Data расчетной среды ANSYS Workbench 2.0 (Release 13.0). Часть 1 и 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cadferm-cis.ru/service/video/single/artcl/cadferm-vl 1101/>.

3. Привалов А.В., Травин М.М. Методика расчета элементов конструкции сборно-разборных гребенных планок // Мат. Всерос. науч.-практ. конф.: Управление бизнес-процессами в системах производственной и социальной инфраструктуры. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2015. С. 24...29.

4. Разработка конструкции и технологии изготовления сборно-разборных гребенных планок с повышенной плотностью игл для льночесальных машин: Отчет о НИР ЦНИИМашдеталь, пер. №01870011487, научный руководитель Н.И. Потапенков. – М., 1988.

5. Старовойтов Э.И. Сопротивление материалов. – М.: Физматлит, 2008.

6. Травин Г.М., Привалов А.В., Кулемкин Ю.В. Оценка прочности крепления игл в гребенных планках для чесания лубяных волокон // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2014, №7. С. 100...103.

REFERENCES

1. Basov K.A. ANSYS v primerakh i zadachakh / Pod obshch. red. D.G. Kraskovskogo. – M.: Komp'yuter press, 2002.

2. Rabota s modelyami materialov v prilozhenii Engineering Data raschetnoy sredy ANSYS Workbench 2.0 (Release 13.0). Chast' 1 i 2 [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.cadferm-cis.ru/service/video/single/artcl/cadferm-vl 1101/>.

3. Privalov A.V., Travin M.M. Metodika rascheta elementov konstruksii sborno-razbornykh grebennykh planok // Mat. Vseros. nauch.-prakt. konf.: Upravlenie biznes-protsessami v sistemakh proizvodstvennoy i sotsial'noy infrastruktury. – Kostroma: KGU im. N.A. Nekrasova, 2015. S. 24...29.

4. Razrabotka konstruksii i tekhnologii izgotovleniya sborno-razbornykh grebennykh planok s povyshennoy plotnost'yu igl dlya l'nochesal'nykh mashin: Otchet o NIR TsNIIMashdetal', per. №01870011487, nauchnyy rukovoditel' N.I. Potapenkov. – M., 1988.

5. Starovoytov E.I. Soprotivlenie materialov. – M.: Fizmatlit, 2008.

6. Travin G.M., Privalov A.V., Kulemkin Yu.V. Otsenka prochnosti krepneniya igl v grebennykh plankakh dlya chesaniya lubyanykh volokon // Vestnik KGU im. N.A. Nekrasova. – 2014, №7. S. 100...103.

Рекомендована кафедрой бизнес-информатики и сервиса. Поступила 21.01.19.

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ
С СОСТАВНЫМ НАТЯЖНЫМ РОЛИКОМ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

JUSTIFICATION PARAMETERS OF BELT TRANSMISSION WITH A COMPOSITION TENSIONAL ROLLER WITH ELASTIC ELEMENTS

А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Д.А. МАМАТОВА, А. ДЖУРАЕВ, Л.Т. САРТАРОВА, Д.Б. ДИКЕНОВА

A.F. PLEKHANOV, D.A. MAMATOVA, A. DJURAEV, L.T. SARTTAROVA, D.B. DIKENOVA

(Российский государственный университет
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)

E-mail: mda4580@inbox.ru, 25lazzat@mail.ru

В статье приведены схема ременной передачи с составным ведомым шкивом с упругими элементами. Теоретически изучена кинематики ременной передачи с составным натяжным роликом с резиновой втулкой. Представлены методика и электротензометрическая схема экспериментальной установки для изменения нагруженности и режимов движения рекомендуемой ременной передачи с составными ведомыми шкивами с резиновым амортизатором. Представлены результаты экспериментальных исследований по нагруженности валов и частоты вращения шкивов передачи при различных марках резины, использованных в составных шкивах. Приведены результаты полнофакторных экспериментов по оптимизации параметров ременной передачи.

The article presents a belt drive with a composite driven pulley with elastic elements. Theoretically studied the kinematics of a belt drive with a composite tensioning roller with a rubber sleeve. The technique and electrotensometric scheme of the experimental setup to measure workload and driving modes of the recommended belt drive with composite driven pulleys with a rubber damper are presented. The results of experimental studies on the load of shafts and speeds of transmission pulleys with different rubber grades used in composite pulleys are presented. The results of the full factorial experiments to optimize the parameters of the belt transmission.

Ключевые слова: ременная передача, составной шкив, резиновая втулка, натяжной ролик, жесткость, колебание, частота, амплитуда, привод, нагруженность, крутящий момент, удлинение, передаточное отношение, испытание, эффективность очистки хлопка.

Keywords: belt drive, composite pulley, rubber bushing, tension roller, stiffness, oscillation, frequency, amplitude, drive, torque loading, elongation, gear ratio, testing, cotton cleaning efficiency.

Практически в большинстве приводных механизмов технологических машин используются ременные передачи. При этом важным является обеспечение необходимой равномерности вращения ведомого шкива, вал которого связан с рабочим органом технологической машины [1], [2].

Для получения необходимых законов движения ведомого шкива передачи рекомен-

дуется передача с составным натяжным роликом с упругим элементом. На рис. 1-а представлена схема ременной передачи с составным натяжным роликом, на рис. 1-б – натяжной ролик при смещенном положении наружной втулки из-за деформации упругой втулки 2 [3].

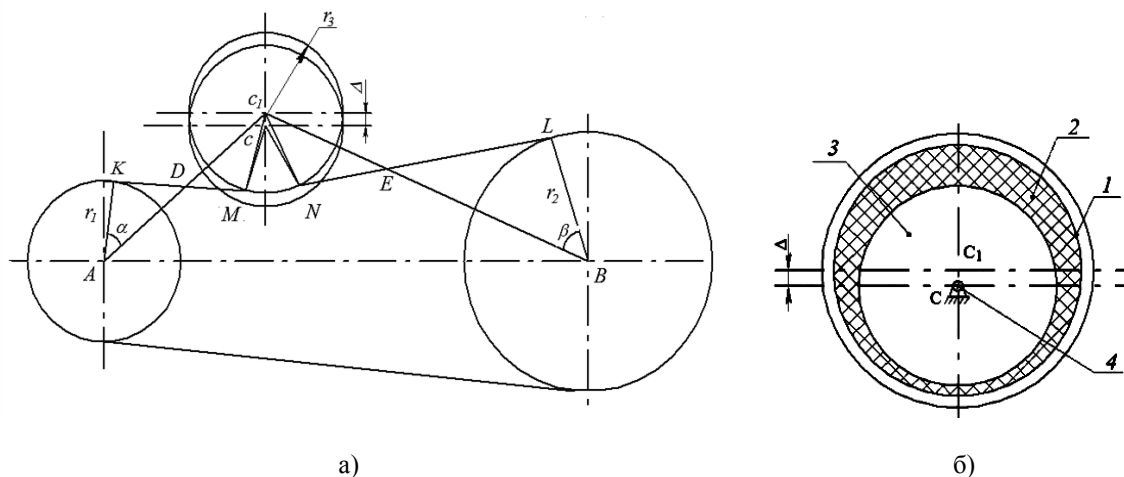


Рис. 1

В процессе работы передачи изменяется скольжение ремня по шкивам, также изменяется натяжение ремня. С изменением натяжения ремня также изменяется деформация упругой втулки натяжного ролика. Это приводит к уменьшению рабочего радиуса натяжного ролика. Происходит выравнивание натяжения ремня, приводящего к равномерному вращению шкивов ременной передачи. При этом важным является определение кинематических характеристик ременной передачи. Рассмотрим кинематику ременной передачи при определенном перемещении (принимая постоянным) обода 1 натяжного ролика за счет деформации упругой втулки 2 на величину Δ (рис. 1-а). Тогда фактически ось вращения наружной втулки (обода) 1 перемещается вверх на величину Δ относительно оси 4 (рис. 1-б). При постоянном натяжении ремня расстояние Δ также остается постоянным в процессе работы ременной передачи. Но изменение натяжения ремня приводит к изменению положения оси C_1 .

Для ременной передачи с натяжным роликом имеют место кинематические соотношения из [4], [5]:

$$\begin{aligned} U_{1,2} &= \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}, \\ U_{1,3} &= \frac{n_1}{n_3} = \frac{\omega_1}{\omega_3}, \\ U_{2,3} &= \frac{n_2}{n_3} = \frac{\omega_2}{\omega_3}, \end{aligned} \quad (1)$$

где n_1, n_2, n_3 – число оборотов в минуту соответственно ведущего, ведомого шкивов и натяжного ролика; $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ – угловые скорости соответственно ведущего, ведомого шкивов и натяжного ролика.

Согласно теории передачи движения в ременных передачах с учетом соответствующей расчетной схемы на рис. 1-а можно записать:

$$\frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{C_1 D}{AD}, \quad \frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{C_1 E}{BE}. \quad (2)$$

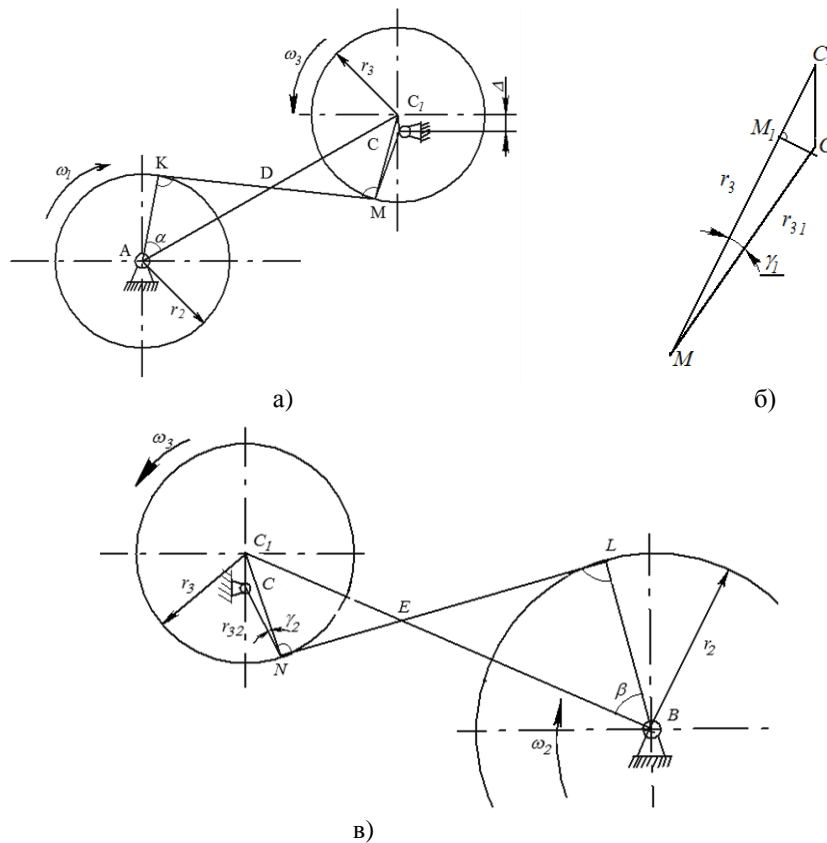


Рис. 2

Из ΔMCM_1 и ΔNCN_1 на рис. 2 (расчетные схемы ременной передачи с составным натяжным роликом: а) – схема передачи движения от ведущего шкива к натяжному ролику; б) – геометрия расположения оси натяжного ролика; в) – схема кинематики между натяжным роликом и ведомым шкивом) можно определить:

$$r_{3,1} = \frac{MM_1}{\cos \gamma_1}, \quad r_{3,2} = \frac{NN_1}{\cos \gamma_2}, \quad (3)$$

где $r_{3,1}$, $r_{3,2}$ – полярные радиусы натяжного ролика; γ_1 – угол между радиусом r_3 и $r_{3,1}$; γ_2 – угол между радиусами r_3 и $r_{3,2}$.

Из рис. 2-б видно, что:

$$\Delta^2 - C_1M_1^2 = r_{3,1}^2 - MM_1^2, \quad (4)$$

$$C_1M_1 = r_3 - MM_1.$$

Учитывая $MM_1 = r_{3,1} \cos \gamma_1$, можно определить из (4) полярные радиусы натяжного ролика:

$$r_{3,1} = r_3 \cos \gamma_1 + \sqrt{r_3^2 (\cos^2 \gamma_1 - 1) + \Delta^2},$$

$$r_{3,2} = r_3 \cos \gamma_2 + \sqrt{r_3^2 (\cos^2 \gamma_2 - 1) + \Delta^2}.$$

При этом соответственно углы γ_1 и γ_2 определяются из выражений:

$$\gamma_1 = \arctg \frac{r_3 \sin r_1 \phi_1 / r_3}{\Delta + r_3 \cos r_1 \phi_1 / r_3}, \quad (5)$$

$$\gamma_2 = \arctg \frac{r_3 \sin r_2 \phi_2 / r_3}{\Delta + r_3 \cos r_2 \phi_2 / r_3},$$

где r_1 , r_2 – радиусы ведущего и ведомого шкивов; ϕ_1 , ϕ_2 – угловые перемещения ведущего и ведомого шкивов.

При этом получим выражения:

$$\cos \alpha = \frac{1}{AC_1} \left[r_1 + r_3 \cos \left(\operatorname{arctg} \frac{r_3 \sin \frac{r_1 \phi_1}{r_3}}{\Delta + r_3 \cos \frac{r_1 \phi_1}{r_3}} \right) + \sqrt{r_3^2 \left[\cos^2 \left(\operatorname{arctg} \frac{r_3 \sin \frac{r_1 \phi_1}{r_3}}{\Delta + r_3 \cos \frac{r_1 \phi_1}{r_3}} \right) - 1 + \Delta^2 \right]} \right],$$

$$\cos \beta = \frac{1}{BC_1} \left[r_2 + r_3 \cos \left(\operatorname{arctg} \frac{r_3 \sin \frac{r_2 \phi_2}{r_3}}{\Delta + r_3 \cos \frac{r_2 \phi_2}{r_3}} \right) + \sqrt{r_3^2 \left[\cos^2 \left(\operatorname{arctg} \frac{r_3 \sin \frac{r_2 \phi_2}{r_3}}{\Delta + r_3 \cos \frac{r_2 \phi_2}{r_3}} \right) + \Delta^2 \right]} \right]. \quad (6)$$

С учетом (2) получим формулу для определения угловой скорости ведомого шки-

ва при составном натяжном ролике:

$$\omega_2 = \frac{r_3 \cos(\operatorname{arctg} \gamma_2) + \sqrt{r_3^2 (\cos^2 \gamma_2 - 1) + \Delta^2}}{r_3 \cos(\operatorname{arctg} \gamma_1) + \sqrt{r_3^2 (\cos^2 \gamma_1 - 1) + \Delta^2}} \omega_1 r_1. \quad (7)$$

На основе решения задачи были получены закономерности изменения угловой скорости, углового ускорения ведомого шкива, а также передаточного отношения ременной передачи.

На рис. 3 представлены закономерности изменения угловой скорости ведомого шкива от изменения величины Δ натяжного ролика ременной передачи, где 1 – $\Delta=0,5$ мм; 2 – $\Delta=1,0$ мм; 3 – $\Delta=1,5$ мм; 4 – $\Delta=2,0$. Анализ закономерностей изменения $\dot{\phi}_2$ на рис. 3 показывает, что увеличение вертикального перемещения натяжного ролика приводит к увеличению амплитуды колебаний угловой скорости.

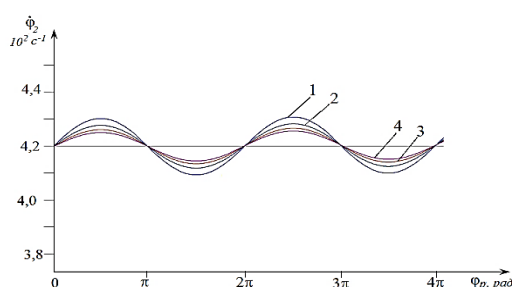


Рис. 3

Так, при $\Delta = 0,5$ мм амплитуда колебаний $A_{\dot{\phi}_2}$ доходит до 28 с^{-1} , а при $\Delta = 2,0$ мм амплитуда колебаний угловой скорости ведомого шкива увеличивается до 98 с^{-1} . При

этом средняя угловая скорость $\dot{\phi}_2 = 4,2 \cdot 10^2 \text{ с}^{-1}$. Максимальное значение угловой скорости соответствует при $\phi_p = \pi/2$, а минимальное значение при $\phi_p = 3\pi/2$. С увеличением радиуса натяжного ролика уменьшается частота колебаний угловой скорости. В конкретных расчетах значение Δ принимается постоянным. Для различных жесткостей резиновой втулки Δ получается различным (рис. 3). На рис. 4 (зависимости изменения размаха колебаний угловой скорости ведомого шкива в функции величины деформации упругого элемента натяжного ролика ременной передачи: 1 – $r_p=3,0 \cdot 10^{-2}$ м; 2 – $r_p=3,5 \cdot 10^{-2}$ м; 3 – $r_p=4,0 \cdot 10^{-2}$ м; 4 – $r_p=4,5 \cdot 10^{-2}$ м) приведены полученные графические зависимости изменения размаха колебаний угловой скорости ведомого шкива от вариации перемещения Δ при различных значениях радиуса натяжного ролика. Увеличение радиуса натяжного ролика приводит к возрастанию перемещения Δ , тем самым к увеличению $\Delta \dot{\phi}_2$ по нелинейной закономерности. Поэтому для того, чтобы изменение радиуса натяжного ролика не влияло на размах колебаний угловой скорости ведомого шкива, необходимым считается увеличение перемещения Δ (деформация упругой втулки) натяжного ролика на соответствующее значение [6].

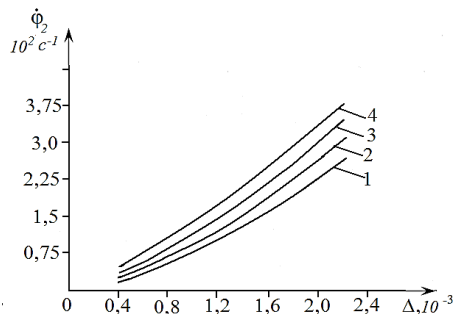


Рис. 4

В ходе разработки экспериментальной установки был исключен ряд недостатков, не учтенных в предыдущих конструкциях. Экспериментальная установка позволила проведение замеров в работе машины с одновременной обработкой полученных результатов на компьютере, для чего был применен цифровой преобразователь типа LTR-154 [7].

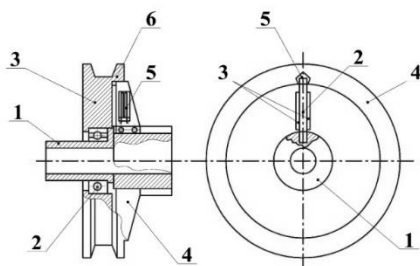


Рис. 5

В большинстве исследований для замеров крутящих моментов на приводных валах применяют тензометрирование с тензодатчиками, наклеенными на валах [8]. В нашем случае валы имеют консольную часть, и при таком способе возникла необходимость разработки прибора, позволяющего производить замеры с минимальной погрешностью [7]. Конструктивная схема такого прибора приведена на рис. 5. Прибор состоит из ступицы 1 для установки на вал и передачи крутящего момента на шкив 3 установленного на подшипнике качения 2. Также на ступице закреплены два поводка 4, на одном из которых наклеены тензодатчики 5. Поводки 4 с одной стороны утоплены пазы 6 в приводном шкиве, а с другой стороны – закреплены на ступице 1. Для передачи усилия на вал или с вала на шкив поводок 4 является одновременно приводом и балочкой для наклейки тензодатчиков.

На ступице 1 при помощи подшипника качения 2 устанавливается шкив 3 для ременной передачи. Шкив 3, установленный на подшипнике качения 2, имеет возможность вращения вокруг оси в пределах упругости балочки 6 с наклеенными на нее тензодатчиками 5. Так как балочка является поводком 4 для шкива 3, один конец которого закреплен на ступице 1, а другой конец входит в паз 6, фрезерованный на ободке шкива 4. От воздействия балочка 6 изгибается по мере увеличения крутящего момента, передаваемого данной передачей, приводит к изменению параметров (сопротивления) тензодатчиков 5, наклеенных на поверхности поводка 4. После проведения соответствующих тарировок на компьютере вычисляются истинные значения крутящего момента передаваемые ременной передачей.

Электрическая схема измерения – классическая, с преобразователем цифрового типа и усилителем. Схема приведена на рис. 6 (измерительная блок-схема установки: 1 – электродвигатель; 2 – приводной ведущий шкив; 3 – натяжной ролик; 4 – ведомый шкив; 6...8 – токосъемники; 9, 10 – датчики Холла с крыльчатками; 11 – тензометрический усилитель УТ-4-1; 12 – цифровой преобразователь LTR-154; 13 – компьютер). По результатам экспериментов были получены осциллограммы, характеризующие угловую скорость вала ведущего шкива, крутящих моментов на валах ведущего и ведомого шкивов и нагруженности оси натяжного ролика передачи.

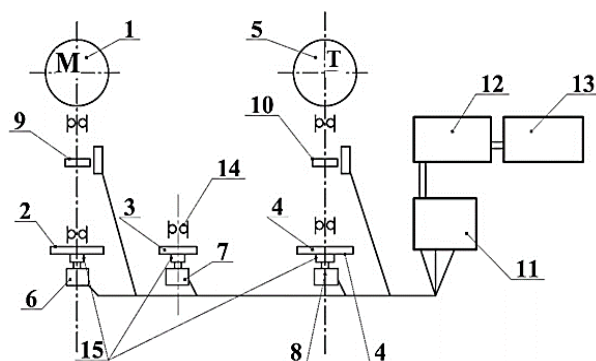


Рис. 6

Анализ полученных осциллограмм показывает, что с увеличением эксцентрис-

тета натяжного ролика возрастают амплитуды колебаний нагруженности оси натяжного ролика и крутящих моментов на валах шкивов, а также угловой скорости ведущего шкива.

На рис. 7 представлены: а) – графики зависимости ΔM от передаваемой нагрузки при разных значениях эксцентриситета натяжного ролика (смещение оси ролика, $\Delta=e$): 1- $e=1$ мм, 2- $e=2$ мм, 3- $e=3$ мм, 4- $e=4$ мм; б) – графики зависимости изменения размаха колебаний крутящего момента на валу

ведомого шкива от изменения эксцентриситета (или сдвига оси) натяжного ролика: 1- $M=6$ Нм, 2- $M=12$ Нм, 3- $M=18$ Нм, 4- $M=30$ Нм; в) – зависимости изменения нагрузки на ось натяжного ролика от изменения значений эксцентриситета. Графики получены на основе обработки осциллограмм. При этом значение эксцентриситета натяжного ролика принято как постоянная величина деформации упругой втулки ролика, то есть $\Delta=e$.

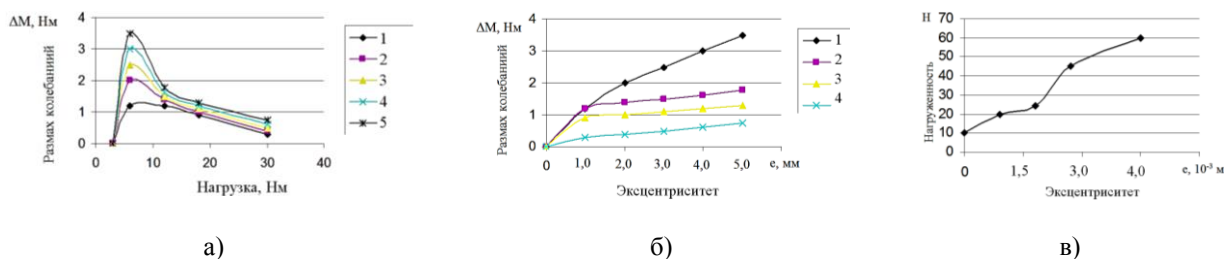


Рис. 7

Анализ графиков на рис. 7-а показывает, что увеличение эксцентриситета (или деформации резиновой втулки) от 1,0 до 5,0 мм приводит к колебаниям крутящего момента на валу ведомого шкива, размах ΔM которых доходит 1,2 Н·м при технологическом сопротивлении 12 Н·м, а при нагрузке $M_c=30$ Н·м ΔM доходит до 2,5 Н·м. При этом нагрузка на ось натяжного ролика увеличивается до 60 Н при эксцентриситете ролика 2,5 мм (рис. 7-б). Учитывая условия работы хлопкоочистительной машины, в приводе установлена рекомендуемая ременная передача с натяжным роликом с эксцентриситетом 2,5...3,5 мм. Важным является изучение влияния деформации резиновой втулки ролика (Δ) или эксцентриситета (e). На рис. 8 (зависимости изменения крутящего момента на ведомом валу от эксцентриситета натяжного ролика при различных значениях круговой жесткости резины: 1 – при $C=100$ Нм/рад; 2 – при $C=200$ Нм/рад; 3 – при $C=300$ Нм/рад) представ-

лены экспериментально полученные графические зависимости. С увеличением эксцентриситета размах колебаний крутящего момента на валу ведомого шкива возрастает до 3,45 Н·м при эксцентриситете натяжного ролика 5,0 мм.

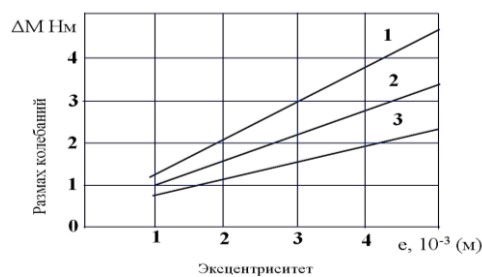


Рис. 8

В табл. 1 представлены интервалы изменения входных факторов [9]. За выходной параметр был выбран очистительный эффект хлопка-сырца.

После определения значимости коэффициентов регрессионное уравнение имеет вид:

$$Y = 41,46 + 1,087x_1 - 1,23x_2 + 0,78x_3 - 1,47x_1^2 - 1,77x_2^2 - 0,94x_3^2. \quad (8)$$

Факторы	Кодирование знаков	Истинные значения факторов					Интервал изменения
		-1,682	-1	0	+1	+1,682	
Частота вращения колкового барабана, об/мин	X ₁	387	400	440	480	507	40
Эксцентриситет (или перемещение Δ оси) натяжного ролика с упругим элементом, мм	X ₂	0,36	1	3	5	6,4	2
Коэффициент жесткости эластичного элемента (резины), Нм/рад	X ₃	84	100	150	200	234	50

Из вышеизложенного следует, что коэффициент жесткости эластичного элемента влияет на очистительный эффект. Наибольший очистительный эффект был достигнут при коэффициенте упругости 175 Н·м/рад, и это значение является оптимальным [10...12].

На основе полнофакторных экспериментов установлено, что при использовании на очистительных машинах рекомендуемых параметров можно получить высокий очистительный эффект. Следовательно, найдены оптимальные значения параметров очистительной машины: частота вращения колкового барабана 456 об/мин, эксцентриситет натяжного ролика с упругим элементом 2,5 мм, коэффициент упругости эластичного элемента 175 Н·м/рад. При этих параметрах получен наибольший очистительный эффект, который составил 41,8%.

ВЫВОДЫ

Разработана новая ресурсосберегающая схема ременной передачи с переменным передаточным отношением. Решена задача кинематики ременной передачи с переменным передаточным отношением с эксцентричным натяжным роликом с упругой втулкой. Экспериментами обоснованы параметры системы. Определены закономерности изменения нагруженности валов ременной передачи. Построены графические зависимости изменения размаха колебаний крутящего момента на валу ведомого шкива ременной передачи от различных значений эксцентриситета натяжного ролика, от внешней технологической нагрузки при изменении частоты вращения и жесткости резинового амортизатора. Получены закономерности нагружения натяж-

ного ролика при изменении значений эксцентриситета. Полнофакторными экспериментами обоснованы значения частоты вращения колкового барабана, эксцентриситета натяжного ролика и коэффициента круговой жесткости упругого элемента, обеспечивающего высокий очистительный эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Gramblicka Stanislav, Kohar Robert, Stopka Marian.* Dynamic analysis of mechanical conveyor drive system // *Procediya Engineering.* – 192, 2017. P.59...264.
2. *M. Di Napoli, M Strahle, S. Ruzimov.* Intelligent Belt Drive Systems in Hybrid // *IFAC-Papers OnLine.* – 2016. P. 47...53, 49...21.
3. *Chuanqiong Sun, Aihua Ren, Guoxing Sun, Yongd Liu.* The calculation of the Classical V-Belt life with different reliability // *Procediya Engineering.* – 15, 2011. P. 5290...5293.
4. *Джураев А.Ж., Маматова Д.А.* Разработка конструктивных схем и методы расчета ременных передач с переменными параметрами. – Ташкент: Наука и технология, 2019.
5. Патент Р.Уз. № IAP 03341. Ременная передача / Маматова Д.А., Эргашов М., Салимов М.. бюл. №4, 2007.
6. Патент Р.Уз. № UZ FAP 00645. Ременная передача / Маматова Д.А., Джураев А.Ж. и др., бюл. №8, 2011 г.
7. Патент Р.Уз. № UZ FAP 00676. Ременная передача / Маматова Д.А., Джураев А.Ж. и др., Д.А.Маматова, А.Ж.Джураев и др., бюл. № 12, 2011 г.
8. *Mamatova D.A., Djuraev A.* Analysis of Changes in Tension in Leading Branch Belt Drive // *Journal of Textile Science & Engineering The USA2017.OMICS Group*ISSN/ – 2165-8064 Vol. 7, Iss. 1. P. 1...3.
9. *Mamatova D.A., Djuraev A.* Analysis of Belting Stiffness Transmission Impact on Rotating Mass Motion Law of Technological Machines // *Journal of Machinery Manufacturing and Automation (JMMA)China.* – 2016, Vol.1, ss.1, P.15...20.

10. Mamatova D.A., Djuraev A. The Basis of Theoretical Parameters in Belt Drive with Variable Transmission Ratio // India. Of IJARSET. – Vol. 5, Iss. 9, September 2018. P. 6770...6777.

11. Mamatova D.A., Djuraev A. Theoretical definition of the stiffness of the composite element of the composite driven pulley of the transmission // European Applied Sciences Europäische Fachhochschule. – №9, 2015. P.40...42.

12. Mamatova D.A., Djuraev A. The analysis of change belt tension in the slack side of belt transmission // European Science Review Austria. "East West" Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – № 1-2, 2017. P.204...207.

REFERENCES

1. Gramblicka Stanislav, Kohar Robert, Stopka Marian. Dynamic analysis of mechanical conveyor drive system // Procediya Engineering. – 192, 2017. P.59...264.

2. M. Di Napoli, M Strahle, S. Ruzimov. Intelligent Belt Drive Systems in Hybrid // IFAC-Papers OnLine. – 2016. P. 47...53, 49...21.

3. Chuanqiong Sun, Aihua Ren, Guoxing Sun, Yongd Liu. The calculation of the Classical V-Belt life with different reliability // Procediya Engineering. – 15, 2011. P. 5290...5293.

4. Dzhuraev A.Zh., Mamatova D.A. Razrabotka konstruktivnykh skhem i metody rascheta remennykh peredach s peremennymi parametrami. – Tashkent: Nauka i tekhnologiya, 2019.

5. Patent R.Uz. № IAR 03341. Remennaya Peredacha / Mamatova D.A., Ergashov M., Salimov M.. byul. №4, 2007.

6. Patent R.Uz. № UZ FAR 00645. Remennaya peredacha / Mamatova D.A., Dzhuraev A.Zh. i dr., byul. № 8, 2011 g.

7. Patent R.Uz. № UZ FAR 00676. Remennaya peredacha / Mamatova D.A., Dzhuraev A.Zh. i dr., D.A. Mamatova, A.Zh.Dzhuraev i dr., byull № 12, 2011 g.

8. Mamatova D.A., Djuraev A. Analysis of Changes in Tension in Leading Branch Belt Drive // Journal of Textile Science & Engineering The USA 2017. OMICS Group ISSN/ – 2165-8064 Vol. 7, Iss. 1. P. 1...3.

9. Mamatova D.A., Djuraev A. Analysis of Belting Stiffness Transmission Impact on Rotating Mass Motion Law of Technological Machines // Journal of Machinery Manufacturing and Automation (JMMA) China. – 2016, Vol.1, ss.1, P.15...20.

10. Mamatova D.A., Djuraev A. The Basis of Theoretical Parameters in Belt Drive with Variable Transmission Ratio // India. Of IJARSET. – Vol. 5, Iss. 9, September 2018. P. 6770...6777.

11. Mamatova D.A., Djuraev A. Theoretical definition of the stiffness of the composite element of the composite driven pulley of the transmission // European Applied Sciences Europäische Fachhochschule. – №9, 2015. P.40...42.

12. Mamatova D.A., Djuraev A. The analysis of change belt tension in the slack side of belt transmission // European Science Review Austria. "East West" Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. – № 1-2, 2017. P.204...207.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

УДК 004.932.2

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРАВЛЕННОСТИ ВОЛОКОН
В ПЛЕТЕННЫХ СТРУКТУРАХ**

**DEVELOPMENT OF A COMPUTER VISION SYSTEM
FOR MEASURING THE FIBER ORIENTATION
IN BRAIDED STRUCTURES**

С.В. ЕРШОВ, В. РЕЙМЕР, Е.Н. КАЛИНИН, Т. ГРИС

S.V. ERSHOV, V. REIMER, E.N. KALININ, T. GRIES

(Ивановский государственный политехнический университет, Россия,
Институт текстильной техники Технического университета, г. Ахен, Германия)

(Ivanovo State Polytechnical University, Russia,
Institut für Textiltechnik of RWTH Aachen University, Germany)

E-mail: ershovsv.iv@yandex.ru; viktor.reimer@ita.rwth-aachen.de

Авторами разработана система компьютерного зрения для измерения направленности волокон в плетеных структурах, которая напрямую взаимодействует с устройством захвата изображений и может применяться непосредственно в процессе производства плетеных преформ. Система испытана на трех образцах плетеных преформ, изготовленных с разным углом плетения, для которых средствами разработанной системы определен угол плетения с точностью до 0,5°. Разработана схема реализации системы компьютерного зрения в производственном процессе плетеных преформ.

The authors developed a computer vision system for measurement of fiber orientation in braided structures, which directly interacts with an image capture device and can be applied in the manufacturing process of braided preforms. The system was tested on three samples of braided preforms made with different braid angle, for which the braid angle was determined using the developed system with an accuracy of 0,5°. An implementation scheme of the computer vision system into the production process of braided preforms was developed.

Ключевые слова: плетеные структуры, угол плетения, компьютерное зрение, преобразование Фурье.

Keywords: braided structures, braid angle, computer vision, Fourier transform.

Главным структурным параметром плетеных преформ, определяющим физико-механические свойства композита, является направленность волокон, которая характеризуется величиной угла плетения [1]. Угол плетения определяет направление укладки нити относительно продольной оси оправки (рис. 1) и зависит от таких параметров процесса плетения, как скорость перемещения оправки и скорость намотки нитей (рис. 2). Настройка этих параметров позволяет получить необходимый угол плетения в преформе, однако для этого требуется точное измерение и контроль его величины в процессе формирования преформы.

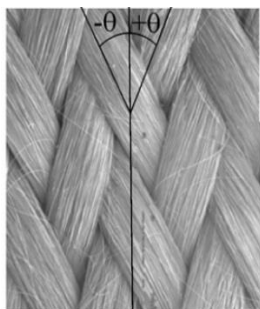


Рис. 1

В настоящее время оценка направленности волокон в плетеных структурах выполняется вручную человеком с использованием стандартного измерительного инструмента, например, угломера или шаблона с измерительной шкалой, но такой метод измерения, как известно, подвержен неизбежным ошибкам в диапазоне от $\pm 1^\circ$ до $\pm 2^\circ$ и не применим непосредственно в процессе производства [2]. Целью нашей работы является разработка автоматизированной системы для определения угла плетения на основе принципов компьютерного зрения, которая позволит устранить эти недостатки. Такая система даст возможность автоматически, без участия человека, выполнять измерение направленности волокон в плетеных структурах и в перспективе позволит контролировать величину угла плетения непосредственно в процессе формирования преформы.

Для достижения поставленной цели нами использован метод анализа изображений, в основе которого лежит математичес-

кий аппарат преобразования Фурье. Преобразование Фурье позволяет выполнить разложение цифрового изображения плетеной структуры по спектру, то есть перевести изображение в область частот и представить его в виде периодической функции. В спектре изображения, получаемом после преобразования Фурье, низкочастотные компоненты характеризуют области, в которых яркость изображения практически не изменяется, а высокочастотные компоненты образа волокнистой структуры, наоборот, определяют ее интенсивное изменение, и в случае анализа изображений плетеных волокнистых структур волокна будут преимущественно расположены в направлении, перпендикулярном направлению максимального значения интенсивности спектра, что позволяет определить значение угла плетения. Возможности применения данного метода для анализа плетеных структур были подробно изучены в работах [3], [4], которые показали эффективность его использования и высокую точность результатов измерения направленности волокон в плетеных структурах. Угол плетения в работах с использованием этого метода был измерен с точностью до $0,5^\circ$, однако функционирующей в режиме реального времени и удовлетворяющей производственным скоростям системы компьютерного зрения разработано не было.

В настоящей работе компьютерная система для измерения угла плетения, непосредственно взаимодействующая с устройством захвата изображений (цифровой видеокамерой), была создана. Сформированный нами алгоритм вычисления преобразования Фурье, который ранее уже был использован для определения направленности волокон в нетканых структурах [5], [6], и его программная реализация в Matlab позволили автоматизировать процедуру взаимодействия программного и аппаратного обеспечения, что дало возможность применить созданную систему компьютерного зрения непосредственно в процессе производства плетеных преформ. Схема внедрения в производственный процесс разработанной системы компьютерного зрения для измерения угла плетения представлена на рис. 2.

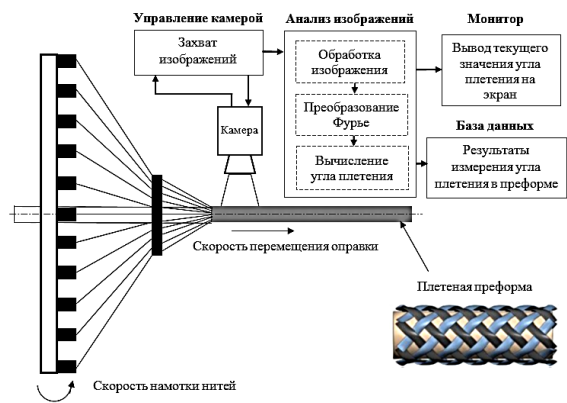


Рис. 2

Система работает следующим образом: камера с заданной частотой в зависимости от скорости формирования преформы, например, каждую секунду, выполняет захват изображения плетеной структуры, которое загружается в программный комплекс и обрабатывается в соответствии с разработанным нами алгоритмом. На экран монитора выводится текущее значение угла плетения, а численные результаты измерения автоматически сохраняются в электронной базе данных на компьютере, которая хранит информацию о каждом выполненном измерении угла плетения для всей преформы.

Последовательность операций разработанного нами алгоритма обработки и анализа изображений плетеной структуры представлена на рис. 3. Текущее изображение плетеной структуры, полученное с цифровой камеры (рис. 3-а), передается в программный комплекс, где предварительно обрабатывается с использованием метода Собеля [7] для идентификации контуров

нитей и волокон в плетеной структуре (рис. 3-б). В результате волокна, образующие плетеную структуру, представляются как светлые линии на темном фоне, что радикально уменьшает количество избыточной информации, которую приходится анализировать, устраняет шумы в изображении и в итоге позволяет выполнить более точное измерение направленности волокон в плетеной волокнистой структуре. На следующем этапе алгоритма для обработанного изображения вычисляется преобразование Фурье и формируется его частотный спектр (рис. 3-в). Распределение значений интенсивности полученного для изображений плетеной структуры спектра представляется нами в виде графика, который имеет два ярко выраженных пика (рис. 3-г). Угол, которому соответствует каждый пик интенсивности, определяет угол укладки нити μ , зная который, можно определить угол плетения Θ по следующей формуле [4]:

$$\theta = \frac{|(\mu_1 + 90) - (\mu_2 - 90)|}{2}. \quad (1)$$

Результат вычисления текущего значения угла плетения Θ сохраняется в электронном файле и выводится на экран монитора, как показано на рис. 3-д. Цифровая шкала и линии укладки нитей, которые добавляются к изображению при выводе на экран, позволяют визуально оценить их направленность и текущее значение угла плетения для каждого измерения в режиме реального времени.

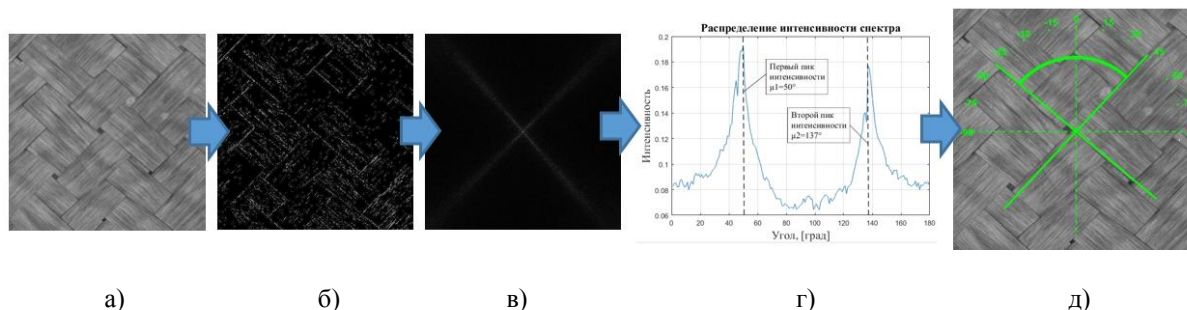


Рис. 3

На практике разработанная система компьютерного зрения для измерения нап-

равленности волокон в плетеных структурах была апробирована на трех образцах

плетеных преформ, изготовленных с разным углом плетения. При формировании образцов технологические параметры оборудования (машина радиального плетения RF 1/64-120, HerzogGmbH) настраивались таким образом, чтобы значения угла плетения были равны 30, 45 и 60° для каждого образца соответственно, а измерение угла плетения выполнялось с использованием разработанной нами системы компьютерного зрения.

Рис. 4 демонстрирует выводимые на экран текущие значения угла плетения для

каждого образца, а в таб. 1 приводятся численные значения результатов измерения для представленных на рис. 4 изображений плетеной структуры. Полученные значения показывают небольшое отклонение в 0,5...1,5° от расчетного значения угла плетения, что объясняется наличием контактного трения между нитями в процессе плетения, которое не было учтено при настройке оборудования, и являются, как было сказано выше, достоверными с точностью до 0,5° [3].

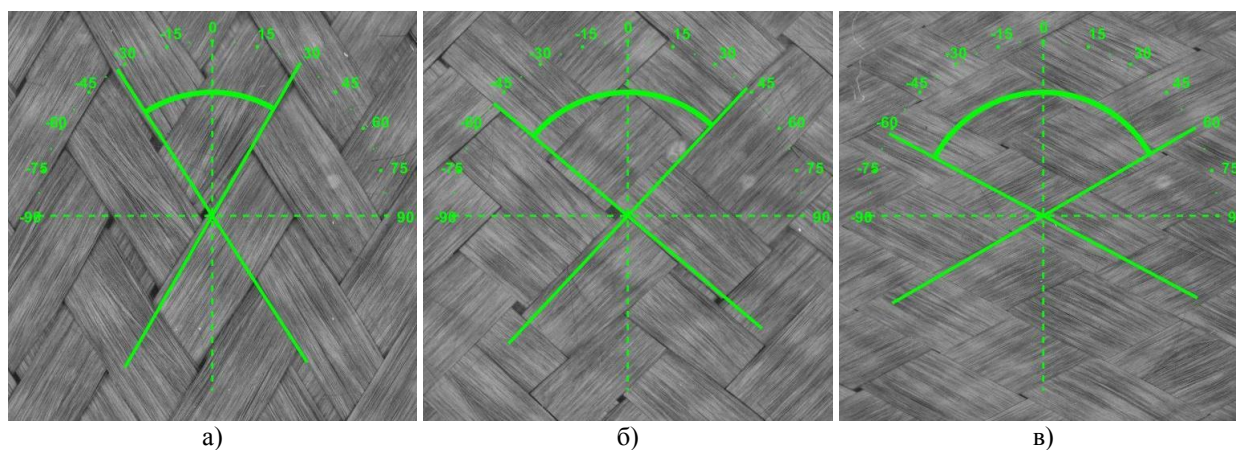


Рис. 4

Т а б л и ц а 1

Образец плетеной структуры	Угол укладки нити, $\mu 1$, град	Угол укладки нити, $\mu 2$, град	Угол плетения, θ , град
Рис. 4(а)	33	30	31,5
Рис. 4(б)	50	41	45,5
Рис. 4(в)	62	60	61

Таким образом, достоверность результатов проведенного нами анализа изображений плетеных структур и точность полученных значений углов плетения для исследуемых образцов позволяют сделать вывод об эффективности использования разработанной нами системы компьютерного зрения для измерения направленности волокон в плетеных структурах в процессе их производства. Система позволяет вычислить угол плетения с точностью до 0,5°, а реализованная в системе форма представления результатов измерения направленности волокон дает возможность выполнять как визуальный контроль угла плетения непосредственно по цифровой шкале на са-

мом изображении, так и получать численные значения результатов анализа, которые могут быть использованы для прогнозирования физико-механических свойств плетеных структур и контроля их качества в процессе формирования.

В Ы В О Д Ы

Разработана система компьютерного зрения для измерения направленности волокон в плетеных структурах, которая может быть использована непосредственно в процессе производства плетеных преформ. Математический аппарат преобразования Фурье, положенный в основу разработанной сис-

темы, позволил выполнить анализ изображений волокнистой структуры плетеных преформ и определить угол плетения с точностью до $0,5^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kyosev Y.* Advances in Braiding Technology / Woodhead Publishing. – 2016.
2. *Hunt A.J., Carey J.P.* Geometry measurement of tubular braided composite materials for real-time applications // CANCOM 2015 - Canadian International Conference on Composite Materials. – 2015.
3. *Lian B., Jiang L., McGrath J.J., Jaranson J.* Quantitative determination of morphological features of triaxially braided composites by the use of machine vision // Composites Science and Technology. – 2000, Vol. 60. P. 159...166.
4. *Zhenkai W., Jialu L.* Braided angle measurement technique for three-dimensional braided composite material preform using mathematical morphology and image texture // AUTEX Research Journal. – 2006, Vol.6(1), P. 30...39.
5. *Ершов С.В., Калинин Е.Н.* Разработка программного комплекса для анализа направленности волокон в углеродных нетканых структурах // Вестник Череповецкого гос. ун-та. – 2015, №1. С. 12...17.
6. *Ершов С.В., Калинин Е.Н., Тидт Т.* Анализ направленности углеродных волокон в реальных нетканых структурах технического назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №6, С. 189...193.
7. *Gonzales R.C., Richard R.E.* Digital Image Processing / Pearson Education. – 2012.

REFERENCES

1. *Kyosev Y.* Advances in Braiding Technology / Woodhead Publishing. – 2016.
2. *Hunt A.J., Carey J.P.* Geometry measurement of tubular braided composite materials for real-time applications // CANCOM 2015 - Canadian International Conference on Composite Materials. – 2015.
3. *Lian B., Jiang L., McGrath J.J., Jaranson J.* Quantitative determination of morphological features of triaxially braided composites by the use of machine vision // Composites Science and Technology. – 2000, Vol. 60. P. 159...166.
4. *Zhenkai W., Jialu L.* Braided angle measurement technique for three-dimensional braided composite material preform using mathematical morphology and image texture // AUTEX Research Journal. – 2006, Vol.6(1), P. 30...39.
5. *Ershov S.V., Kalinin E.N.* Razrabotka programnogo kompleksa dlya analiza napravlenosti volokon v uglerodnykh netkanykh strukturakh // Vestnik Cherepovetskogo gos. un-ta. – 2015, №1. S. 12...17.
6. *Ershov S.V., Kalinin E.N., Tidt T.* Analiz napravlenosti uglerodnykh volokon v real'nykh netkanykh strukturakh tekhnicheskogo naznacheniya // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2015, №6, S. 189...193.
7. *Gonzales R.C., Richard R.E.* Digital Image Processing / Pearson Education. – 2012.

Рекомендована кафедрой технической кибернетики и радиоэлектроники ИВГПУ. Поступила 09.04.19.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛ ТРЕНИЯ
МЕЖДУ ВОЛОКНАМИ И НИТЯМИ
В ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛАХ
С УЧЕТОМ ИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

**COMPUTER SIMULATION OF FRICTION FORCES
BETWEEN FIBERS AND FILAMENTS
IN FIBROUS MATERIALS
INTO ACCOUNT THEIR STATISTICAL FEATURES**

П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, Т.А. САМОЙЛОВА, М.Л. ТИХОМИРОВА

P.A. SEVOSTYANOV, T.A. SAMOYLOVA, M.L. TIKHOMIROVA

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

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

E-mail: petrsev46@yandex.ru

В статье рассматривается компьютерная модель сил трения между волокнами и нитями в волокнистых материалах. Применение метода статистического моделирования позволяет изучить влияние трения между волокнами и нитями на динамику развития деформаций и прочностные свойства волокнистых материалов.

The article discusses a computer model of friction forces between fibers and filaments in fibrous materials. Using of the method of statistical simulation allows to study influence of friction between fibers and threads on the dynamics of the development of deformations and the strength properties of fibrous materials and recognizes the changing of laws for friction forces with their parameters statistical variations during interaction of fibers.

Ключевые слова: компьютерная модель, моделирование, трение, волокнистый материал, статистические вариации.

Keywords: computer model, simulation, friction, fibrous material, statistical variations.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих взаимодействие волокон и нитей в любом волокнистом материале, от клочка волокон хлопка до ткацкого переплетения, являются силы цепкости и силы трения. Первые возникают в результате касания поверхностей. Вторые – в результате силового придавливания одной поверхности к другой. В обоих случаях попытка скольжения одной поверхности по другой вызывает сопротивление. Если силы, которые могут

вызвать скольжение, недостаточны, то скольжения не происходит, и поверхности остаются неподвижными относительно друг друга. Если же смещающие силы достаточно велики, то происходит скольжение поверхностей друг по другу. Представим, что сцепление и трение между волокнами или нитями полностью отсутствуют. Очевидно, что в этом случае механические свойства и характеристики волокнистого материала будут принципиально отличаться

от свойств и характеристик реального материала, если этот материал вообще сохранит свое существование как таковой.

Вопросам о роли трения в волокнистых материалах всегда уделялось внимание исследователей: упомянем здесь лишь работы основателя отечественной науки о трении и трибологии И.В. Крагельского [1] и А.Ф. Капитанова [2]. При описании сил трения между волокнами обычно используют модель Амонтона - Кулона, по которой силы сцепления, приходящиеся на единицу площади касающихся поверхностей, пропорциональны этой площади с постоянным для материалов данной пары волокон коэффициентом цепкости q в широких пределах условий контакта. Силы трения пропорциональны силе нормального давления N , которая прижимает поверхности волокон друг к другу с коэффициентом трения μ . Пока внешние силы, действующие вдоль поверхности скольжения, не превышают этой силы трения, скольжения не происходит. Если же внешние силы превосходят силы трения, то начинается скольжение поверх-

ностей волокон друг по другу. В качестве таких внешних сил, вызывающих смещение $x(t)$, могут быть силы $S(t)$, приложенные к волокнам извне, и силы упругости $F_u(t)$ самих волокон, вызванные их деформацией. С учетом сказанного можно записать второй закон Ньютона для движения элемента волокна, касающегося другого волокна, в виде:

$$\frac{dp(t)}{dt} \sim S(t) + F_u(t) + F_{tr}(t); p(t) \sim \frac{dx(t)}{dt}. \quad (1)$$

Силы упругости волокон при малых относительных деформациях и на коротких отрезках времени можно считать пропорциональными деформации, проявляющейся в относительном смещении волокон, с коэффициентом упругости k : $F_u(t) = -kx(t)$. Для сил сцепления и трения связь со смещением волокон и скоростью их смещения зададим следующим логически - алгебраическим соотношением, отображающим описанное выше условие возникновения относительного смещения волокон:

$$F_{tr}(t) = \begin{cases} -(S(t) - kx(t)), & \text{если } |S(t) - kx(t)| < q + \mu N, \\ -(q + \mu N) \cdot \text{sign}(p(t)), & \text{если } |S(t) - kx(t)| \geq q + \mu N. \end{cases} \quad (2)$$

Результаты интегрирования уравнений (1), (2) можно найти во многих работах. Особенность участия сил "сухого" трения (2) в динамике заключается в негладких фазовых траекториях движения, в неоднозначности предельных стационарных точек или траекторий в фазовом пространстве [3...5].

Однако для волокон и нитей, образующих текстильные волокнистые материалы, в уравнениях (1), (2) оказывают существенное и принципиально важное влияние дополнительные факторы, специфичные для этих механических систем. Это количество участков контакта между волокнами и условия контакта: площадь, направление действующих сил, состояние поверхностей, которые варьируют в широких пределах и случайным образом.

Поэтому для получения адекватной картины влияния трения между волокнами на интегральные эффекты в механике волок-

нистых материалов необходимо учитывать перечисленные факторы вероятностной природы. С этой целью решение уравнений (1), (2) было выполнено для многих вариантов начальных условий и параметров, которые задавались как значения случайных величин, то есть использовался метод статистического моделирования. Получаемые таким образом фазовые траектории усреднялись по большому числу реализаций $N_{\text{повт}}$, которое выбиралось моделирующей программой автоматически до достижения заданной точности усреднения.

В экспериментах с моделью варьировались как отдельные факторы, так и группы факторов (проводились однофакторные и многофакторные эксперименты). Варьировались начальное смещение $x(t=0)$ (для дифференциальных уравнений (1)), коэффициенты упругости k , цепкости q , трения μ , сила нормального давления N , парамет-

ры внешней силы, которая задавалась в виде суммы постоянной составляющей S_0 и синусоиды с амплитудой S_a :

$$S(t) = S_0 + S_a \sin(\omega t).$$

Значения всех варьируемых параметров генерировались как случайные величины с нормальным законом распределения. Такой выбор закона распределения основан на центральной предельной теореме, которая должна "работать" в условиях массовости рассматриваемых взаимодействий между волокнами, независимости этих взаимодействий и однородности в рамках большого числа участков взаимодействия. При этом исследовалось также и влияние величины коэффициентов вариации этих случайных величин, которые в экспериментах изменяли от нуля до 30%.

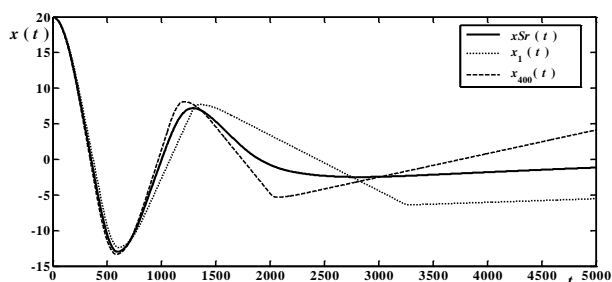


Рис. 1

ВЫВОДЫ

Анализ результатов однофакторных и многофакторных экспериментов показал, что статистические вариации параметров, определяющих законы трения между волокнами и нитями, приводят к сглаживанию кривых, описывающих динамику исследуемой системы. В результате эффекта сглаживания влияние эффектов "сухого" трения оказывается эквивалентно действию так называемого "вязкого" трения, когда сила трения пропорциональна усредненной скорости перемещения касающихся поверхностей. Этот результат существенно упрощает учет влияния трения между волокнами и нитями в волокнистом материале на динамику развития деформаций и прочностные свойства этих материалов.

На рис. 1 (усредненная траектория $xSr(t)$ и 1-я и 400-я реализации траекторий) в качестве примера приведены усредненная по $N_{povt} = 500$ реализациям кривая релаксации координаты смещения точки контакта $x(t)$ и две отдельные реализации для релаксации, полученные при следующих исходных условиях однофакторного эксперимента: $S_0 = 0$, $S_a = 0$, $x(0) = \text{const}$, $k = \text{const}$, $q = \text{const}$, $\mu = \text{const}$, $N \sim \text{Norm}(N_{sr}, CV=20\%)$, то есть случайному варьированию подвергалась только сила нормального давления, прижимающая трущиеся поверхности волокон друг к другу. На рис. 2 (усредненный импульс $pSr(t)$ и 1-я и 400-я реализации импульса) показаны аналогичные кривые для усредненного импульса pSr и для двух отдельных реализаций.

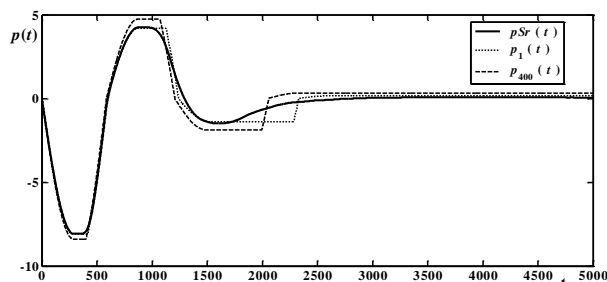


Рис. 2

Получение закона вязкого трения как результат статистического усреднения действия закона "сухого" трения в условиях статистических вариаций параметров отличается от молекулярной трактовки природы вязкого трения в вязких жидких и пластичных средах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крагельский И.В. Физические свойства лубяного сырья. – 2-е изд. – М.: Гизлегпром, 1939.
2. Капитанов А.Ф. Фрикционные процессы в прядении. – В 2-х ч. – М.: МГТУ, 2005.
3. Севостьянов П.А. Компьютерные модели в механике волокнистых материалов. – М.: Тисо Принт, 2013.
4. Севостьянов П.А. Статистическая имитация растяжения и разрыва пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1981, №3. С.9...14.

5. Севостьянов П.А. Влияние числа обвивочных волокон на прочностные свойства пряжи пневмомеханического способа прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1983, №5.

REFERENCES

1. Kragel'skiy I.V. Fizicheskie svoystva lubyanogo syr'ya. – 2-e izd. – М.: Gizlegprom, 1939.

2. Kapitanov A.F. Friksionnye protsessy v pryade-nii. – V 2-kh ch. – М.: MGTU, 2005.

3. Sevost'yanov P.A. Komp'yuternye modeli v mekha-nike voloknistykh materialov. – М.: Tiso Print, 2013.

4. Sevost'yanov P.A. Statisticheskaya imitatsiya rastyazheniya i razryva pryazhi // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1981, №3. S.9...14.

5. Sevost'yanov P.A. Vliyanie chisla obvivochnykh volokon na prochnostnye svoystva pryazhi pnevmo-mekhanicheskogo sposoba pryadeniya // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1983, №5.

Рекомендована кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления. Поступила 01.09.19.

УДК 697.9

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ
ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**THE USE OF MODERN SOFTWARE PRODUCTS
FOR THE CALCULATION
OF THE INDICATORS TEMPERATURE AND HUMIDITY
CONDITIONS OF THE TEXTILE ENTERPRISES**

М.В. НАЗАРОВА, В.Ю. РОМАНОВ

M.V. NAZAROVA, V.YU. ROMANOV

**(Камышинский технологический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета)**

(Kamyshin Technological University (branch) of Volgograd State Technical University)

E-mail: tip@kli.ru

В статье приведены результаты использования современных программных продуктов для автоматизированного расчета систем кондиционирования и доувлажнения воздуха на текстильных предприятиях. В результате анализа программных продуктов для разработки автоматизированного расчета системы кондиционирования и доувлажнения воздуха была выбрана среда программирования Mathcad, так как ее использование хорошо визуализировано и удобно в применении. Программа позволяет определять поступление тепла от различных источников, потери тепла, производит расчет систем кондиционирования для теплого и холодного периодов года, количества воздухопроводов и расчет систем доувлажнения воздуха в ткацком цехе.

The results of the use of modern software for automated calculation of air conditioning and post-humidification of air in the textile enterprises. A result of analysis software for the development of automated calculation of air conditioning systems and post-humidification of air was chosen programming environment Mathcad, since its use is well visualized and convenient to use. The program allows you to determine the amount of heat coming from the different sources of heat loss, calculates air conditioning systems for warm and cold period of the year, the number of air tubes and calculation of systems post-humidification of air in the weaving shop.

Ключевые слова: автоматизация, кондиционирование и доувлажнение воздуха, текстильное предприятие.

Keywords: automation, air conditioning and waterlogging, textile enterprise.

В текстильной промышленности системы кондиционирования, отопления и вентиляции воздуха должны обеспечивать необходимые параметры внутреннего воздуха для нормального протекания технологических процессов.

При проектировании технологических режимов на текстильных предприятиях много времени тратится на расчеты технологических параметров по переходам ткацкого производства, на технико-экономические расчеты и расчет инженерных сетей, к которым, в частности, относятся расчеты систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, поэтому использование ЭВМ позволяет эффективно использовать рабочее время, тем самым повышая производительность труда.

Чаще всего на текстильных предприятиях используется промышленная приточно-вытяжная вентиляция, которая в активном режиме проводит замещение воздушных масс в цеховых помещениях. При этом загрязненный воздух сбрасывается в атмосферу, заменяясь на более чистый, обеспечивая адекватные условия для труда и безопасности рабочих.

Кроме того, в условиях ткацкого цеха используется система доувлажнения воздуха, осуществляющая дополнительное увлажнение воздуха непосредственно в производственных помещениях, наряду с увлажнением воздуха в оросительных камерах кондиционеров. Применение систем доувлажнения путем испарения воды позволяет существенно снизить воздухообмен в помещениях, а также улучшить электрическое состояние воздушной среды. При распылении воды с температурой 15...30° С образуются отрицательные ионы, благоприятно воздействующие на организм человека [4], [5].

В настоящее время на одном из текстильных предприятий города Камышина планируется перевооружение ткацкого производства с установкой в ткацком цехе пнев-

матических ткацких станков фирмы Toyota, для эффективной работы которых необходимо поддержание в цехе заданного температурно-влажностного режима [6].

Поэтому разработка алгоритма автоматизированного расчета системы кондиционирования и доувлажнения воздуха на текстильных предприятиях является актуальной задачей, так как это позволит эффективно использовать рабочее время инженеров, тем самым повысится производительность их труда.

Целью настоящей работы является разработка алгоритма автоматизированного расчета системы кондиционирования и доувлажнения воздуха на текстильных предприятиях и его экспериментальная апробация в выбранной среде программирования.

Анализ современного программного обеспечения показал, что для разработки автоматизированного расчета системы кондиционирования и доувлажнения воздуха рационально использовать среду программирования Mathcad, так как она более проста и удобна в применении [1...3].

Базой исследования является ООО "Камышинский Текстиль", а объектом исследования – системы кондиционирования и доувлажнения воздуха, установленные на данном предприятии.

ООО "Камышинский Текстиль" представляет собой одноэтажное строение закрытого типа (имеется чердачное помещение). Все технологическое производство и административно-бытовые помещения скомпонованы в одном здании. Краткая характеристика здания: размеры здания 320,75×234,76 м, толщина стен 510 мм, высота цехов 6 м, сетка колонн 12×18, полы бетонные, стены кирпичные.

Система кондиционирования данного предприятия в зимнее время не функционирует, а в летнее время работают два кондиционера: по восточной стороне производительностью 250 м³/ч, а по западной стороне производительностью 160 м³/ч.

Для решения поставленной задачи был разработан алгоритм автоматизированного расчета системы кондиционирования и доувлажнения воздуха:

1) выбор исходных данных: температура наружного воздуха, удельная энтальпия воздуха, тип здания, тип перекрытия, материал и толщина стен, площадь и объем цеха, площадь пола ткацкого цеха, марка и количество ткацких станков, коэффициент выделения тепла от светильников, удельное количество теплоты от солнечной радиации, высота, ширина и количество оконного проема и другие;

2) определение поступлений тепла от различных источников (машин, станков, людей, искусственного освещения, технического чердака, солнечной радиации);

3) определение потерь тепла через наружные стены, окна, неутепленные полы, расположенные на грунте, чердачное перекрытие;

4) расчет системы кондиционирования воздуха (СКВ) для теплого периода года, включающий определение таких параметров как: количество избыточного тепла в помещении, массовый расход приточного воздуха в теплый период года, объемный расход воздуха, кратность воздухообмена, объемный расход приточного воздуха, массовый расход приточного воздуха, энтальпия приточного воздуха, энтальпия после камеры орошения, величина доувлажнения в цехе, расход холода, расход влаги на доувлажнение;

5) расчет СКВ для холодного периода года, включающий определение таких параметров, как: энтальпия приточного воздуха, энтальпия воздуха после второго подогрева, расход тепла на второй подогрев, расход влаги на доувлажнение;

6) расчет количества воздухопроводов;

7) расчет систем доувлажнения воздуха на предприятии;

8) формирование выходного, который включает в себя: суммарные поступления тепла в ткацкий цех (в теплый и холодный периоды года); удельную тепловую нагрузку здания (в теплый и холодный периоды

года); суммарные потери тепла в ткацком цехе; удельную тепловую характеристику цеха; величину доувлажнения в цехе; расход холода; расход влаги на доувлажнение; массовый расход приточного воздуха в теплый период года; объемный расход воздуха в час; расход тепла на второй подогрев; количество кондиционеров; мощность принятого кондиционера; число раздающих воздухопроводов; число плафонов на каждом раздающем воздухопроводе; число всасывающих каналов; число напольных решеток; число боковых отверстий; общее количество форсунок.

На основе разработанного алгоритма в среде программирования Mathcad была создана программа "Расчет систем кондиционирования и доувлажнения воздуха на текстильном предприятии".

Разработанная программа была апробирована в условиях работы ткацкого цеха предприятия ООО "Камышинский Текстиль". Был проведен расчет систем кондиционирования и доувлажнения воздуха ткацкого цеха. В результате расчетов были выявлены недостатки в ранее проведенных расчетах систем кондиционирования и доувлажнения воздуха в ткацком цехе, которые не в полной мере обеспечивали нормальное протекание технологических процессов.

Поэтому по результатам расчетов на ЭВМ были разработаны следующие рекомендации для совершенствования системы кондиционирования и доувлажнения воздуха ткацкого цеха ООО "Камышинский Текстиль":

- предлагается для более эффективного проектирования систем кондиционирования и доувлажнения воздуха ткацкого цеха использовать разработанную программу "Расчет систем кондиционирования и доувлажнения воздуха на текстильном предприятии";

- при проведении технического перевооружения ткацкого цеха с установкой ткацких станков фирмы Toyota предлагается установить 6 кондиционеров производительностью 250 м³/ч.

ВЫВОДЫ

1. Выполнен анализ уровня автоматизации расчетов при проектировании процессов текстильного предприятия и анализ возможности использования современных программных продуктов для автоматизации расчетов при проектировании систем кондиционирования и доувлажнения воздуха на текстильном предприятии. Осуществлен анализ системы кондиционирования и доувлажнения воздуха предприятия ООО "Камышинский Текстиль".

2. Разработан алгоритм автоматизированного расчета систем кондиционирования и доувлажнения воздуха текстильного предприятия и разработана программа "Расчет систем кондиционирования и доувлажнения воздуха на текстильном предприятии".

3. Разработанная программа была апробирована в условиях работы ткацкого цеха предприятия ООО "Камышинский Текстиль". По результатам расчетов были разработаны рекомендации для совершенствования системы кондиционирования и доувлажнения воздуха ткацкого цеха ООО "Камышинский Текстиль".

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарова М.В. Автоматизация проектирования тканей по заданным параметрам // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №2. С. 138...140.

2. Назарова М.В. О концепции разработки САПР текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №3. С. 142...143.

3. Сергеевков А., Вассенховен Х. Системы кондиционирования воздуха в производстве нетканых материалов (МГТУ имени А. Н. Косыгина) // В мире оборудования. – 2006, № 8. С. 20...23.

4. Giesel D. Moderne Luftbefeuchtungssysteme - wartungsarm, wirtschaftlich und hygienisch // Melliand Textilber. – Vol. 85, № 9, 2004. P. 642...643.

5. Huang Xiang. Mian fangzhi jishu // Cotton Text. Technol. – Vol. 32, № 5, 2004. P. 261...264.

6. Zhao Zhu, Yan Shiwen, Liu Jijiang. Mian fangzhi jishu // Cotton Text. Technol. – Vol. 31, №6, 2003. P.336...338.

REFERENCES

1. Nazarova M.V. Avtomatizatsiya proektirovaniya tkaney po zadannym parametram // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2008, №2. S.138...140.

2. Nazarova M.V. O kontseptsii razrabotki SAPR tekstil'nykh predpriyatiy // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2008, №3. S. 142...143.

3. Sergeenkov A., Vassenkhoven X. Sistemy konditsionirovaniya vozdukha v proizvodstve netka-nykh materialov (MGTU imeni A. N. Kosygina) // V mi-re oborudovaniya. – 2006, № 8. S. 20...23.

4. Giesel D. Moderne Luftbefeuchtungssysteme - wartungsarm, wirtschaftlich und hygienisch // Melliand Textilber. – Vol. 85, № 9, 2004. P. 642...643.

5. Huang Xiang. Mian fangzhi jishu // Cotton Text. Technol. – Vol. 32, № 5, 2004. P. 261...264.

6. Zhao Zhu, Yan Shiwen, Liu Jijiang. Mian fangzhi jishu // Cotton Text. Technol. – Vol. 31, №6, 2003. P.336...338.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства. Поступила 30.03.15.

**ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ
ПРОЦЕССОВ ВЧ/СВЧ-СУШКИ
ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

**FIRE DANGER
OF HIGH FREQUENCY OR MICROWAVE DRYING
OF CELLULOSE MATERIALS**

А.Л. НИКИФОРОВ, О.Г. ЦИРКИНА, С.Н. УЛЬЕВА, С.Н. КАРАСЕВА

A.L. NIKIFOROV, O.G. TSIRKINA, S.N. ULEVA, S.N. KARASEVA

(Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России)

(Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of EMERCOM of Russia)

E-mail: anikiforoff@list.ru; ogsirkina@mail.ru; jivotyagina@mail.ru

Предложена математическая модель, позволяющая оценить скорость нагрева и максимальную температуру обрабатываемого в ВЧ/СВЧ-поле полимера в зависимости от его теплофизических и диэлектрических свойств. Показано, что для обеспечения пожарной безопасности установок ВЧ/СВЧ-сушки древесины и текстильных изделий необходимо оценивать предельно допустимые режимы воздействия электромагнитных излучений на обрабатываемый материал, а для безопасной работы источников электромагнитного излучения – ВЧ/СВЧ-генераторов – следует контролировать согласованные системы "генератор – нагрузка" по возможному изменению показателя коэффициента стоячей волны.

A mathematical model is proposed that allows one to estimate the heating rate and the maximum temperature of the polymer being processed, depending on its thermophysical and dielectric properties. It is shown that to ensure fire safety of high frequency or microwave drying of wood and textiles, it is necessary to evaluate the maximum allowable modes of electromagnetic radiation effects on the material being processed, and for the safe operation of electromagnetic radiation sources — high frequency or microwave generators — the coordination of the "generator – load" on the possible change in the standing wave ratio.

Ключевые слова: ВЧ/СВЧ-сушка, пожарная опасность, диэлектрик, целлюлозосодержащий материал, математическая модель.

Keywords: high-frequency or microwave drying, fire danger, dielectric, cellulose-containing material, mathematical model.

Наиболее эффективным процессом нагрева диэлектриков, к которым относятся древесина, ее производные, текстильные материалы, большинство пластмасс и пластиков, является использование энергии токов высокой и сверхвысокой частот (ВЧ/СВЧ) [1]. Преимущества применения микроволновой энергии при сушке и тепловой обработке

полимерных материалов обусловлены самим принципом нагрева. При таком способе обработки тепловая энергия генерируется внутри самого обрабатываемого материала при условии, что данный материал имеет полярное строение или содержит влагу. Суть явления заключается в том, что под действием электрического поля ионы и

электроны в материале меняют направление движения синхронно с изменением знака заряда электродов, дипольные молекулы приобретают вращательное движение, а неполярные молекулы поляризуются в результате смещения их зарядов. Указанные процессы, сопровождаемые интенсивным межмолекулярным трением, приводят к выделению большого количества тепла [1], [2], которое способно разогреть обрабатываемый материал до температуры самовоспламенения. При этом следует отметить, что неполярные диэлектрики, которые сами не нагреваются в электромагнитных полях, все же могут нагреваться. Инициатором такого нагрева может выступать сорбированная влага, которая разогревает исходный диэлектрик до температур, близких к 100°C, что существенно сказывается и на его диэлектрических свойствах – фактор диэлектрических потерь возрастает. Также интенсивное колебание диполей воды существенно "расшатывает" молекулярную структуру самого диэлектрика, поляризуя ее. Далее процесс нагрева идет с нарастающей интенсивностью и может закончиться электрическим пробоем диэлектрика и его термодеструкцией с возможным возгоранием.

Среди преимуществ использования энергии электромагнитных колебаний для сушки и тепловой обработки диэлектриков, которые нашли свое воплощение в конструкциях ВЧ/СВЧ-сушильных камер, сварочных установок, СВЧ-печей и установок ВЧ-термообработки, основным является высокий КПД преобразования электрической энергии в тепловую (80...85%).

Таким образом, ВЧ/СВЧ-сушка полимерных, и, в частности, целлюлозосодержащих материалов (древесины, паковок тканей, бобин с нитями т.д.), как и любой процесс, связанный с нагревом материала до высоких температур, сопряжена с вероятностью возникновения пожара.

Анализ ситуаций, при которых возможно возгорание материала при реализации технологических процессов сушки в электромагнитных полях высокой и сверхвысокой частот, может быть описан в виде математической модели нагрева.

При разработке такой модели искусственно задаемся рядом допущений. Для нашего случая сделаем предположение, что обработке подвергается материал, имеющий одинаковое значение фактора диэлектрических потерь в любой точке его объема. То есть если обработке подвергают однородный по структуре и свойствам целлюлозный материал, то при помещении его в ВЧ/СВЧ-поле в каждой точке объема обрабатываемого диэлектрика генерируется одинаковое количество тепла, в соответствии с уравнением [3]:

$$P_{уд} = 0,55 \cdot 10^{-12} \varepsilon \operatorname{tg} \delta E^2 f, \quad (1)$$

где $P_{уд}$ – удельная мощность, генерируемая в материале в форме тепла, Вт/м³; ε – диэлектрическая проницаемость; $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь; E – напряженность электрического поля, В/м; f – частота поля, Гц.

Организация процесса удаления влаги из целлюлозосодержащих материалов, в частности из древесины, а также математическое описание механизма тепло- и массопереноса в материале является достаточно сложным, что обусловлено необходимостью учета изменения в процессе сушки физико-механических и теплофизических свойств (плотности, прочности, влажности, теплопроводности) древесины [1...3].

Тепловыделение в полимерном материале также можно описать классическим уравнением теплопроводности первого порядка:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + f(x, t). \quad (2)$$

Попытаемся решить его применительно к нашему процессу, то есть подразумевая наличие внутреннего источника тепла, распределенного равномерно по объему материала. Зададимся начальными (а) и граничными (б) условиями:

$$a) u_{t=0}, \quad (3)$$

где u_0 – температура окружающей среды;

$$\begin{aligned} \text{б) } \frac{\partial u}{\partial x} - h(u - u_0)_{x=0} &= 0, \\ \frac{\partial u}{\partial x} - h(u - u_0)_{x=1} &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

где h – коэффициент теплопередачи.

Так как реальный ВЧ/СВЧ-нагрев сопряжен с неоднородностью граничных и начальных условий, то имеет смысл свести их к однородным подстановкой в уравнения (3) и (4) с целью некоторого упрощения задачи. Таким образом, начальное условие будет иметь при

$$\theta = 0 \text{ при } t = 0 \quad (5),$$

а граничное

$$\begin{aligned} \frac{\partial \theta}{\partial x} - h\theta_{x=0} &= 0, \\ \frac{\partial \theta}{\partial x} + h\theta_{x=1} &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

$$f(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t) \left(\cos \frac{\mu_n x}{\ell} + \frac{h\ell}{\mu_n} \sin \frac{\mu_n x}{\ell} \right) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t) X_n(x). \quad (9)$$

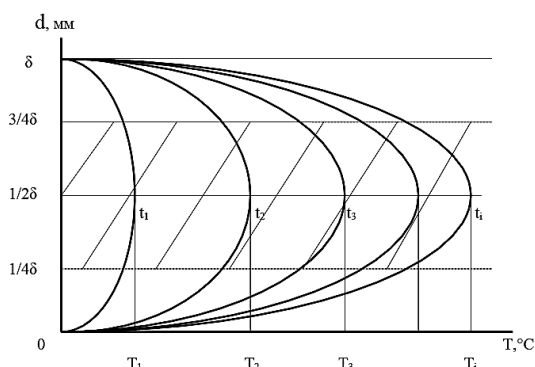


Рис. 1

В работе [4] с использованием приведенного уравнения разработана математическая модель ВЧ/СВЧ-нагрева диэлектриков, которая позволяет рассчитать распределение и динамику изменения температуры по толщине образца, нагреваемого в поле токов высокой частоты (ТВЧ). На рис. 1 показан профиль изменения температуры по толщине обрабатываемого объекта за определенные промежутки времени, из которого видно, что температура на оси ма-

Само уравнение теплопроводности (2) примет вид:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + f(x, t). \quad (7)$$

Для решения данного уравнения с целью приближения результатов к реальным условиям необходимо рассмотреть сначала вспомогательное уравнение:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2}, \quad (8),$$

которое следует решать применительно к выбранным граничным условиям. Для этого обозначим и решим его, разделяя переменные.

Окончательная запись уравнения с соблюдением установленных начальных и граничных условий будет иметь вид:

териала существенно выше, чем на его поверхности. Это объясняется интенсивным процессом теплообмена нагретого образца с окружающей воздушной средой, которая при реализации ВЧ/СВЧ-обработки нагреву не подвергается, интенсифицируя процесс сушки, обусловленный спецификой градиентов тепловых и влажностных потоков

Таким образом, применение нагрева в поле токов высокой и сверхвысокой частоты создает возможность обеспечить равномерность нагрева всего объема тела при условии выравнивания температурного поля в объеме обрабатываемого изделия, что в реальных условиях не всегда соблюдается. Наличие же градиента температур сопряжено с вероятностью перегрева внутренних слоев материала и возникновением пожароопасных явлений, которые проявляются в виде термодеструкции полимера и его электрического пробоя. Электрический пробой и нагрев диэлектрика до температур самовоспламенения приводит к возникно-

вению источника зажигания. Учитывая высокую скорость разогрева обрабатываемого материала и тепловыделение, следует отнести процессы и устройства ВЧ/СВЧ-электротермии к пожароопасным. В связи с этим необходимо уделять таким процессам повышенное внимание в плане обеспечения пожарной безопасности и контроля за реализацией процессов на практике. Используя представленную модель нагрева диэлектриков в ВЧ/СВЧ-поле, можно априори определить продолжительность обработки по параметру достижения предельно допустимых температур для каждого конкретного полимера. Кроме этого, исходя из результатов расчетов, может быть определена оптимальная температура воздушной среды внутри рабочей камеры, что позволит не только улучшить эффективность тепловой обработки, но и избежать локальных перегревов материала и возникновения источников зажигания.

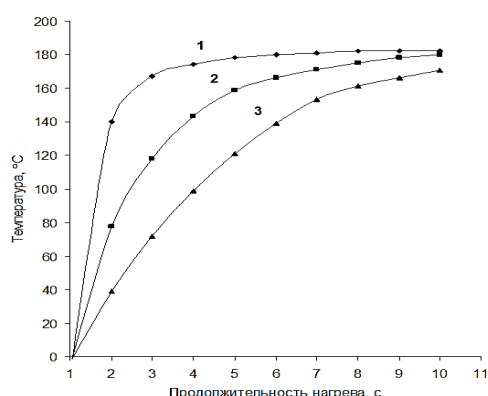


Рис. 2

Следует отметить, что все сказанное выше относится, в первую очередь, к объектам, имеющим большую толщину. При ВЧ/СВЧ-обработке листовых диэлектриков малая толщина объектов сушки способствует интенсивному теплообмену с окружающей средой. При этом критическая для материала температура не достигается. На рис. 2 представлены кинетические кривые нагрева листовых диэлектриков различной толщины в ВЧ-поле, где толщина нагреваемого пакета: 1 – 0,1 мм; 2 – 0,25 мм; 3 – 0,4 мм. Из приведенных данных видно, что достигаемые в материале температуры далеки от

значений температуры самовоспламенения целлюлозы.

Кроме всего прочего, ВЧ/СВЧ-оборудование само по себе имеет высокую пожарную опасность, что обусловлено наличием большого количества сгораемых материалов, специфических источников зажигания и сложных электрических устройств в составе ВЧ- и особенно СВЧ-сушилок. К специфическим источникам зажигания прежде всего следует отнести электрический пробой, искрение между электродами или между электродами и материалом. Эти явления могут иметь место при подаче повышенного напряжения на электроды и/или при их повреждении; при наличии сплошной пленки жидкости во влажном материале; при несоответствии габаритов высушиваемых материалов; при образовании воздушных зазоров между объектом сушки и электродами. Специфическим для высокочастотных сушилок является местный перегрев, ведущий к возгоранию высушиваемого материала и неисправности электрической части сушилки. Помимо этого, как отмечалось в [5], [6], высокий пожарный риск эксплуатации данных установок связан с вопросами согласования системы "генератор – нагрузка". Наивысший КПД достигается при показателе коэффициента стоячей волны (КСВ), равной единице: в данном случае волновые сопротивления источника питания и потребителя равны. В случае рассогласования системы КПД процесса снижается, при этом происходит отражение падающей электромагнитной волны от рабочей камеры, то есть вся энергия возвращается к источнику питания (генератору) и выделяется в виде теплоты в таких устройствах, как СВЧ-магнетроны, генераторно-усилительные лампы и мощные полупроводниковые приборы выходных каскадов ВЧ-генераторов. Температура перечисленных устройств может достигать уровня 1000°C и более, что приводит к их выходу из строя и возгоранию близкорасположенных горючих сред. В связи с этим необходимо прогнозировать не только изменение температуры обрабатываемого изделия, но и вероятность связанного с этим явлением рассогласования системы. Для

этого необходимо знать, как будет изменяться показатель диэлектрической проницаемости обрабатываемого материала по мере его нагрева на частоте работы генератора. Это позволит рассчитать изменение импеданса системы и предусмотреть меры, позволяющие его компенсировать в целях поддержания показателя КСВ, близкого к единице.

Таким образом, в целях обеспечения пожарной безопасности установок ВЧ/СВЧ-сушки следует соблюдать ряд требований: интенсивность нагрева повышать не за счет увеличения напряжения, а за счет применения токов высокой частоты; соблюдать правила укладки материалов (одинаковой длины, сорта, влажности, сечения и т. п.) во избежание искрения и местного перегрева отдельных участков; исключить попадание в материал мусора, сучков, опилок, стружек, металлических включений; исключить попадание капель конденсата на пластины конденсаторов, иницирующих электрический пробой обрабатываемого материала; размещать электрические части сушилок изолированно от сушильной камеры.

ВЫВОДЫ

1. Для обеспечения пожарной безопасности установок ВЧ/СВЧ-сушки древесины и текстильных изделий необходимо оценивать предельно допустимые режимы воздействия электромагнитных излучений на обрабатываемый материал – продолжительность обработки и максимальная температура нагрева образца при заданных параметрах подводимой мощности, частоты и напряженности электромагнитного поля.

2. Предложена математическая модель, позволяющая оценить скорость нагрева и максимальную температуру обрабатываемого полимера в зависимости от его теплофизических и диэлектрических свойств.

3. Для обеспечения пожарной безопасности источников электромагнитного излучения (ВЧ/СВЧ-генераторов) необходимо контролировать согласование системы "генератор – нагрузка" по возможному изменению показателя КСВ в зависимости от

температуры обрабатываемого объекта и коррекции данного показателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Княжевская Г.С., Фирсова М.Г. Высокочастотный нагрев диэлектрических материалов. – Л.: Машиностроение, 1989.
2. Глуханов Н.П., Федорова И.Г. Высокочастотный нагрев диэлектрических материалов в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1983.
3. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки. – М.– Л.: Госэнергоиздат, 1956.
4. Никифоров А.Л. Использование энергии электромагнитных колебаний для интенсификации химико-текстильных процессов и создания на их основе энерго- и ресурсосберегающих технологий: Дис.... докт. техн. наук. – Иваново, 2004.
5. Кулыгин Ю.Н., Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Мельников Б.Н. Особенности энергетики технологических процессов облагораживания целлюлозосодержащих тканей в ВЧ/СВЧ-полях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 2. С.57...60.
6. Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Удалов М.В. О согласовании системы "источник ВЧ/СВЧ-излучения – нагрузка" при реализации процессов диэлектрического нагрева полимерных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 6. С.60...63.

REFERENCES

1. Knyazhevskaya G.S., Firsova M.G. Vysokochastotnyy nagrev dielektricheskikh materialov. – L.: Mashinostroenie, 1989.
2. Glukhanov N.P., Fedorova I.G. Vysokochastotnyy nagrev dielektricheskikh materialov v mashinostroenii. – L.: Mashinostroenie, 1983.
3. Lykov A.V. Teplo- i massoobmen v protsessakh sushki. – M.– L.: Gosenergoizdat, 1956.
4. Nikiforov A.L. Ispol'zovanie energii elektromagnitnykh kolebaniy dlya intensivatsii khimiko-tekstil'nykh protsessov i sozdaniya na ikh osnove energo- i resursosberegayushchikh tekhnologiy.: Dis.... dokt. tekhn. nauk. – Ivanovo, 2004.
5. Kulygin Yu.N., Tsirkina O.G., Nikiforov A.L., Mel'nikov B.N. Osobennosti energetiki tekhnologicheskikh protsessov oblagorazhivaniya tsellyulozoderzhashchikh tkaney v VCh/SVCh-polyakh // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2007, № 2. S.57...60.
6. Tsirkina O.G., Nikiforov A.L., Udalov M.V. O soglasovanii sistemy "istochnik VCh/SVCh-izlucheniya – nagruzka" pri realizatsii protsessov dielektricheskogo nagreva polimernykh materialov // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2009, № 6. S.60...63.

Рекомендована кафедрой пожарной безопасности объектов защиты. Поступила 05.02.19.

**РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ****CALCULATION OF STRUCTURAL LOAD CAPACITY
OF TEXTILE INDUSTRY BUILDINGS***В.Г. МУРАШКИН, Г.В. МУРАШКИН, В.И. ТРАВУШ**V.G. MURASHKIN, G.V. MURASHKIN, V.I. TRAVUSH*

(ООО "Конструкторское бюро "Куйбышев-проект",
Самарский государственный технический университет,
Российская академия архитектуры и строительных наук)

(LLC "Design Bureau" Kuibyshev-project",
Samara State Technical University,
Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)

E-mail: ttp@ivgpu.com

Здания и сооружения текстильной промышленности требуют особого подхода к экологической чистоте и формам несущих и ограждающих конструкций. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают железобетонные конструкции. Они служат долго, экологичны, имеют простые формы, что позволяет эффективно эксплуатировать их длительное время. Но при обследовании железобетонных сооружений, эксплуатируемых длительное время, прочностные и деформативные характеристики могут не совпадать с нормативными значениями. Такие конструкции называют "не-стандартными", и они требуют принципиально новую деформационную модель для расчета по 1-й и 2-й группе предельных состояний. В статье рассматривается алгоритм определения новой конструкции модели деформирования бетона, работающего на сжатие, и показывается применение этой модели для расчета несущей способности нормально армированных конструкций и переармированных. Показывается возможность применения модели деформирования для построения эпюры напряжений в сжатой зоне изгибаемого железобетонного элемента.

Buildings and structures of the textile industry require a special approach to environmental cleanliness and forms of supporting and enclosing structures. These requirements are best met by reinforced concrete structures. They serve for a long time, are environmentally friendly, have simple forms that allows to operate them effectively for a long time. But when inspecting reinforced concrete structures operated for a long time strength and deformation characteristics may not coincide with the normative values. Such constructions are called "non-standard" and they require a fundamentally new deformation model for the calculation of the 1st and 2nd groups of limit States. The article discusses the algorithm for determining the new design of the concrete deformation model, working on compression, and shows the application of this model to calculate the load-bearing capacity of normally reinforced structures and re-reinforced. The possibility of applying a deformation model to plot stresses in the compressed zone of a bent reinforced concrete element is shown.

Ключевые слова: деформационная модель, несущая способность, "не-стандартные" и "стандартные" бетоны, высота сжатой зоны, эпюра напряжений, напряжения в арматуре.

Keywords: deformation model, bearing capacity, "non-standard" and "standard" concretes, height of compressed zone, stress diagram, stress in reinforcement.

При расчете несущей способности изгибаемой нормально армированной конструкции от изгибающего момента по СП 63.13330.2012 в сжатой зоне бетона принимается прямоугольная форма эпюры напряжений. Расчетные формулы получаются из условий равновесия очень простыми и для "стандартного" бетона обеспечивают отличную сходимость несущей способности с результатами экспериментов. $M=N_s(h_0-x/2)$ и из $N_s=Db$ $x=R_s A_s/R_b b$ [1], [2].

Для тех бетонов, характеристики которых не укладываются в рамки норм [7], [8], расхождение с экспериментом, если принять также прямоугольную форму эпюры, становится значительным. В этом случае

для определения несущей способности необходимо учитывать форму эпюры в сжатом бетоне и высоту сжатой зоны. Рассмотрим пример железобетонных конструкций сооружения, которое эксплуатировалось более 30 лет. Для изучения работы бетона были выпилены из ригеля цилиндрические образцы. Цилиндрические образцы были испытаны на обычном прессе с добавлением фиксирующего деформации оборудования. Конструкция ригеля в зоне максимального момента без поперечной арматуры показана на рис. 1 (схема напряженного состояния при расчете изгибаемой конструкции с учетом нелинейности деформирования бетона).

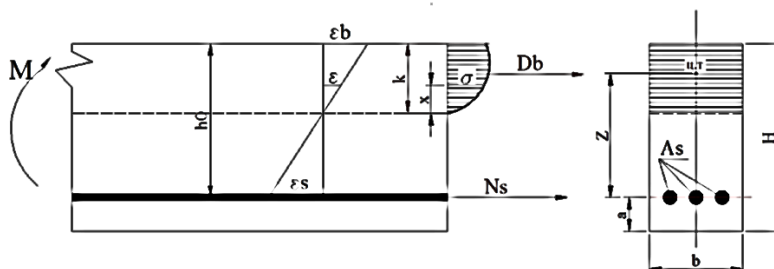


Рис. 1

Размеры ригеля: высота ригеля $H=40$ см, ширина $b=20$ см, 3 стержня арматуры $\varnothing 28$ мм, $R_s=4000$ кг/см², $E_s=2 \cdot 10^6$ кг/см², $A_s = 18,47$ см², $h_0=32,8$ см.

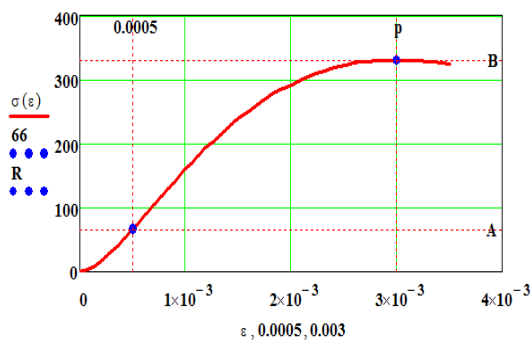


Рис. 2

Испытания цилиндрических образцов показали.

Прочность бетона $R=320$ кг/см² при $\rho=0,003$, точка А (рис. 2 – модель нелинейного деформирования бетона ригеля с $R=320$ кг/см²) при относительных деформациях $\epsilon=0,0005$ находилась на уровне $\approx 0,2R=66$ кг/см².

Используя полученные результаты и выражение из [6], получим два уравнения:

для точки А

$$R \cdot 0,2 = a(0,0005)^b \exp\left[\frac{-b(0,0005)}{\rho}\right],$$

для точки В

$$R = ap^b \exp\left(\frac{-bp}{p}\right).$$

Решая совместно эти уравнения, получаем значения коэффициентов а и b для индивидуальной деформационной модели бетона ригеля: $a=3,05 \cdot 10^7$ кг/см² и $b=1,679$.

Индивидуальная деформационная модель бетона ригеля будет иметь вид:

$$\sigma(\epsilon) = 3,05 \cdot 10^7 \epsilon^{1,679} \exp\left(\frac{-1,679\epsilon}{0,003}\right).$$

Одним из основных параметров в определении несущей способности конструкции является высота сжатой зоны. При чистом изгибе высоту сжатой зоны определяем в сечении с трещиной:

$$Db(\epsilon) = Ns(\epsilon), \quad (1)$$

где $Ns(\epsilon)$ – усилие в арматуре; $D(\epsilon)$ – усилие в сжатой зоне бетона и

$$Db(\epsilon) = \int_0^k \sigma x \left(\frac{\epsilon}{k} x\right) b dx,$$

$$L(\epsilon) := \text{root} \left[\begin{array}{l} \int_0^k \sigma \left(\frac{\epsilon}{k} x\right) b dx \\ \frac{\epsilon}{k} (h_0 - k) Es As \text{ if } \frac{\epsilon}{k} (h_0 - k) Es Rs \\ (Rs As) \text{ otherwise} \end{array} - 1, k \right]. \quad (2)$$

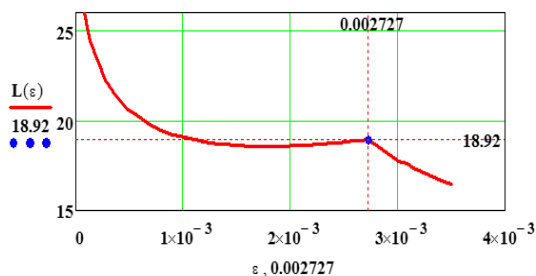


Рис. 3

График зависимости высоты сжатой зоны ригеля от деформаций показан на рис. 3.

$$Ns(\epsilon) \frac{\epsilon}{k} (h_0 - k) Es As, \\ \sigma x \leq Rs.$$

Иначе

$$Ns(\epsilon) = Rs As.$$

Определение из выражения (1) высоты сжатой зоны, необходимой для расчета напряжений в арматуре, можно осуществлять вручную – методом последовательного приближения, составлением специальной программы на ПК, или с использованием соответствующих приложений к ПК. Авторами разработана специальная программа. В этой статье воспользуемся стандартной функцией из программы MathCad:

$$L(\epsilon) = \text{root} \left(\frac{Db(\epsilon)}{Ns(\epsilon)} - 1, k \right),$$

где $L(\epsilon)$ – высота сжатой зоны в зависимости от деформаций:

Относительные деформации $\epsilon=2,727 \cdot 10^{-3}$, отмеченные на рис. 3 символом ●, обозначают начало текучести арматуры. При этих деформациях высота сжатой зоны бетона достигает 18,92 см. С этого момента усилие $Ns=RsAs$ становится постоянным, так же как и усилие в сжатой зоне D . Равнодействующие усилия в сжатом бетоне – $D(\epsilon)$ и растянутой арматуре – $Ns(\epsilon)$ показаны на рис. 4 (а) – зависимость $D(\epsilon)$ и б) – $Ns(\epsilon)$ при изменении ϵ от 0 до 0,0035).

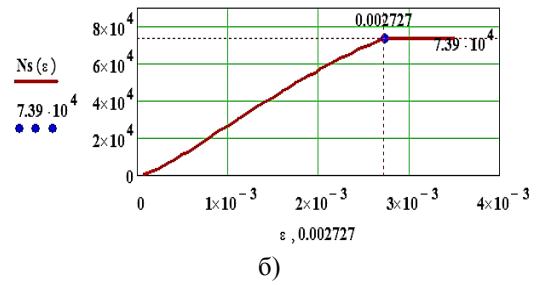
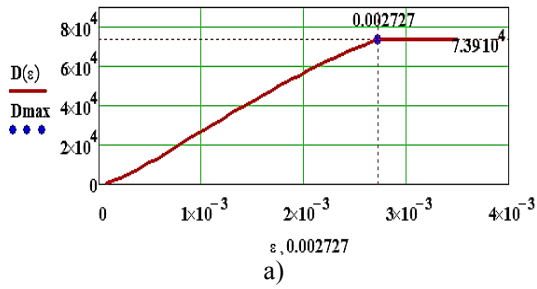


Рис. 4

Используя выражение (1) и полученную индивидуальную деформационную модель для определения центра тяжести эпюры сжатой зоны, установим зависимость плеча внутренней пары сил от относительных деформаций ϵ :

$$Z(\epsilon) := \frac{\int_0^{L(\epsilon)} \sigma\left(\frac{\epsilon}{L(\epsilon)}x\right) b x dx}{\int_0^{L(\epsilon)} \sigma\left(\frac{\epsilon}{L(\epsilon)}x\right) b dx} + (h_0 - L(\epsilon)).$$

Выражение для момента в зависимости от деформаций ϵ :

$$M(\epsilon) = Z(\epsilon) N_s(\epsilon),$$

или

$$M(\epsilon) = Z(\epsilon) D(\epsilon). \quad (3)$$

График, выполненный по этим выражениям показан на рис. 5 (зависимость момента от деформаций).

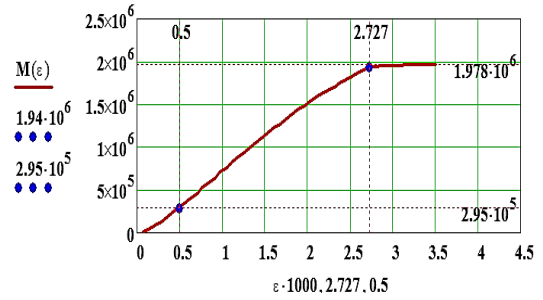


Рис. 5

Максимальный момент $M_{\max} = M(0,0035) = 1,978 \cdot 10^6$ кгсм.

Кроме визуализации $L(\epsilon)$, $D(\epsilon)$, $N_s(\epsilon)$, $Z(\epsilon)$ и $M(\epsilon)$, имея модель деформирования, появляется возможность визуализации напряженного состояния конструкции на любом этапе загрузки. На рис. 6 показаны эпюры напряженного состояния сжатой зоны бетона при значениях $\epsilon_b = 0,002$ и $\epsilon_b = 0,0035$. По оси ординат – сечение балки по высоте, см, по оси абсцисс – напряжение, кг/см².

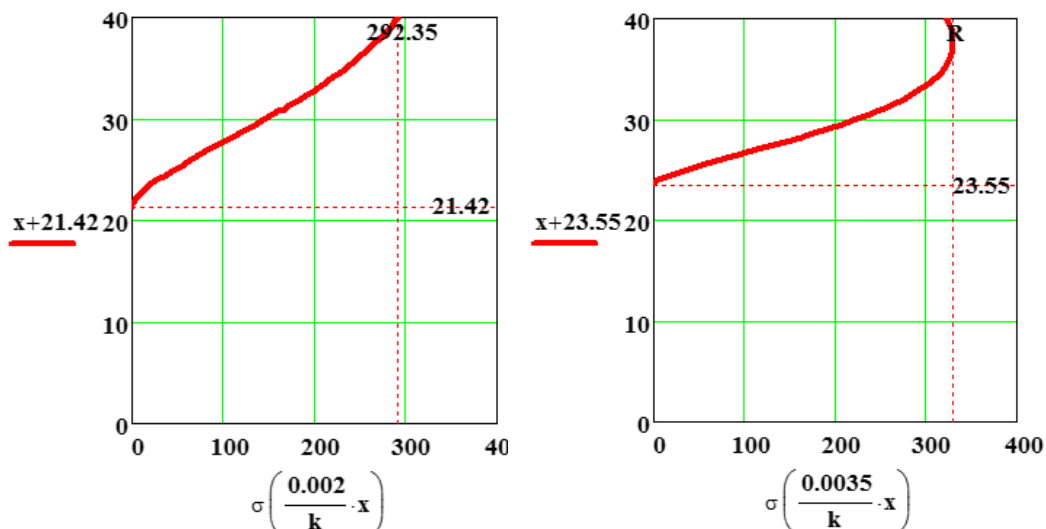


Рис. 6

Сопоставим полученные результаты с упрощенным расчетом по СП 63.13330.2012, когда форма сжатой зоны в предельном состоянии принимается в виде прямоугольника.

Величина сжатой зоны по СП 63.13330.2012:

$$x_{сп} := \frac{R_s A_s}{R b b} \quad x_{сп} = 11,2 \text{ см},$$

относительная высота $\frac{x_{сп}}{h_0} = 0,34$, $\xi < \xi_r$ сечение нормально армировано.

$$M_{norm} := R b b x_{сп} \left(h_0 - \frac{x_{сп}}{2} \right) = 2,01 \cdot 10^6,$$

$$\frac{M_{norm} - M_{max}}{M_{norm}} \cdot 100 = 1,6\%.$$

Расчет по нормам показывает небольшое превышение на 1,6%. Несущая способность ригеля в средней части была признана удовлетворительной. Однако состояние бетона в растянутой зоне у опор ригеля и нарушение сцепления арматуры на некоторых приопорных участках, как показано в [7], [8], привели к необходимости усиления опорных частей ригеля.

Расчеты несущей способности нормально армированных конструкций с применением деформационной модели и по упрощенному расчету по СП 63.13330.2012 с прямоугольной формой эпюры в сжатой зоне дают близкие результаты на всем диапазоне прочностей. Расхождение составляет не более 2,0...2,5%

Для переармированных конструкций различие расчетов по СП 63.13330.2012 и с использованием модели деформирования достигает 20%. Расчеты по СП 63.13330.2012, как правило, завышают несущий момент переармированных конструкций, очевидно, в связи с мало изученным вопросом и нестабильностью свойств бетона.

Использование выражений для определения напряжений в арматуре и анализ нап-

$$\sigma_{sp}(\epsilon) := \begin{cases} \frac{\epsilon}{L_p(\epsilon)} (h_0 - L_p(\epsilon)) E_s \text{ if } \frac{\epsilon}{L_p(\epsilon)} (h_0 - L_p(\epsilon)) E_s \leq R_s, \\ R_s \text{ otherwise,} \end{cases}$$

ряженного состояния сжатого бетона позволяют подойти к определению ресурса железобетонных конструкций с разных позиций и оптимизировать результаты [9], [10].

При изменении прочности бетона ригеля с $R=330 \text{ кг/см}^2$ до $R_p=180 \text{ кг/см}^2$, в результате коррозии бетона, ригель перестанет быть нормально армированным и перейдет в разряд переармированных. Без изменения геометрических характеристик и армирования индивидуальная модель бетона ригеля будет иметь вид:

$$\sigma_p(\epsilon) := a p \epsilon^{b p} \exp\left(\frac{-b p \epsilon}{p p}\right),$$

где $a p=1,961 \cdot 10^8$, $b p=1,988$, $p p=0,0025$, а график деформационной модели, в сопоставлении с деформационной моделью бетона с $R=330 \text{ кг/см}^2$ и с $R_p=180 \text{ кг/см}^2$ показан на рис. 7.

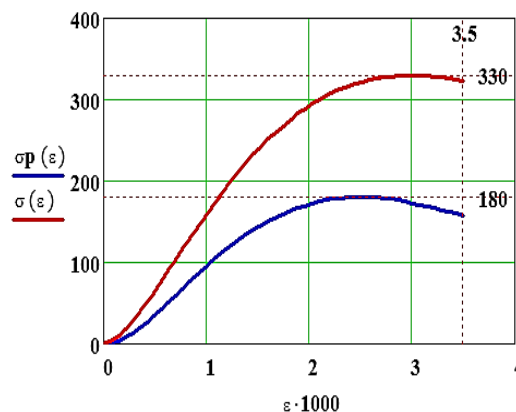


Рис. 7

Напряжения в арматуре ригеля с прочностью бетона $R_p=180 \text{ кг/см}^2$ в предельном состоянии не достигнут предела текучести — рис. 8 (сопоставление изменений напряжений в арматуре ригеля с $R=330 \text{ кг/см}^2$ и $R_p=180 \text{ кг/см}^2$ при одинаковом армировании) и рис. 9 (сопоставление изгибающих моментов в ригеле с прочностью бетона $R=330 \text{ кг/см}^2$ и $R_p=180 \text{ кг/см}^2$ в зависимости от деформаций ϵ):

где $L_p(\varepsilon)$ – высота сжатой зоны при прочности бетона ригеля $R_p=180\text{кг/см}^2$.

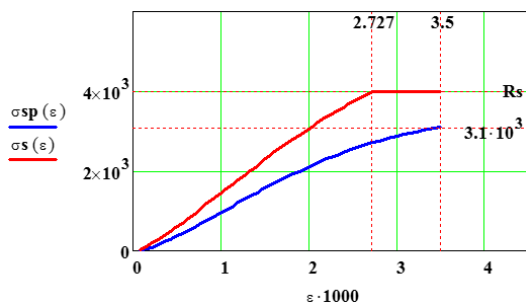


Рис. 8

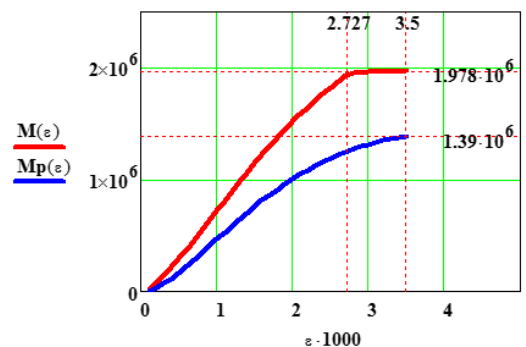


Рис. 9

Сопоставим полученное значение $M_{p\max}=1,39 \cdot 10^6$ с результатом упрощенного расчета по СП 63.13330.2012, когда форма сжатой зоны в предельном состоянии принимается в виде прямоугольника.

Величина сжатой зоны по СП 63.13330.2012:

$$x_{гг} = h_0 \cdot 0,509 = 16,7 \text{ см.}$$

Момент по СП 63.13330.2012:

$$M_{p\text{норм}} := R_p b b x_{гг} \left(h_0 - \frac{x_{гг}}{2} \right) = 1,47 \cdot 10^6.$$

Соотношение моментов $M_{p\text{норм}}=1,47 \cdot 10^6$ кгсм и $M_{p\max}=1,39 \cdot 10^6$ кгсм:

$$\frac{M_{p\text{норм}} - M_{p\max}}{M_{p\text{норм}}} \cdot 100 = 5,57\%.$$

Как видим, расчет несущей способности перearмированных конструкций по СП нес-

колько превышает несущую способность, что надо иметь в виду при разработке проекта усиления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Моделирование диаграммы деформирования бетона и визуализация напряженного состояния // Фундаментальные, поисковые, прикладные, исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации. – М., 2016. С. 535...543.

2. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Особенности деформационных характеристик бетона, твердеющего под давлением в процессе твердения // РААСН, Вестник Приволжского Регионального Отделения №19. – Нижний Новгород, 2016. С. 232...237.

3. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Учет изменения прочности бетона при проектировании железобетонных конструкций. // РААСН, Вестник Приволжского Регионального Отделения №20. – Нижний Новгород, 2017. С. 244...251.

4. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Application of concrete deformation model for calculation of bearing capacity of reinforced concrete structures. // МАТЕС Web of Conferences 196, 04008 (2018). XXVII R-S-P Seminar 2018, Theoretical Foundation of Civil Engineering, France.

5. Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В. Расчет прочности проектируемых железобетонных конструкций с учетом нелинейного деформирования бетона // Сб. ст.: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. – Самара: СамГТУ, 2018. С. 155...166.

6. Мурашкин В.Г. Особенности нелинейного деформирования бетона // J. RAASN Academia. Архитектура и строительство. – 2019, №1. С. 128-132.

7. Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Логинова С.А., Морохов К.В. Исследование влияния фтористых сред на коррозионные свойства цементных бетонов. // Сб. мат. I науч.-практ. форума "SMARTBUILD". – Иваново 23 – 24 ноября 2018 г. С. 112...117.

8. Федосов С.В., Малбиев С.А. Применение коррозионно стойких строительных материалов в несущих конструкциях покрытий зданий текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 5. С. 204...208.

9. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Коновалова В.С., Караваев И.В. Определение ресурса безопасной эксплуатации конструкций из бетона, содержащего гидрофобизирующие добавки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 6. С. 268...276.

10. Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Шестеркин М.Е. Определение ресурса безопасной эксплуатации зданий и сооружений из бетона // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 4. С.131...137.

REFERENCES

1. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Modelirovanie diagrammy deformirovaniya betona i vizualizatsiya napyazhennogo sostoyaniya // Fundamental'nye, poiskovye, prikladnye, issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noy otrasli Rossiyskoy Federatsii. – M., 2016. S. 535...543.
 2. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Osobennosti deformatsionnykh kharakteristik betona, tverdeyushchego pod davleniem v protsesse tverdeniya // RAASN, Vestnik Privolzhskogo Regional'nogo Otdeleniya №19. – Nizhniy Novgorod, 2016. S. 232...237.
 3. Murashkin G.V. Murashkin V.G. Uchet izmeneniya prochnosti betona pri proektirovanii zhelezobetonnykh konstruksiy. // RAASN, Vestnik Privolzhskogo Regional'nogo Otdeleniya №20. – Nizhniy Novgorod, 2017. S. 244...251.
 4. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Application of concrete deformation model for calculation of bearing capacity of reinforced concrete structures. // MATEC Web of Conferences 196, 04008 (2018). XXVII R-S-P Seminar 2018, Theoretical Foundation of Civil Engineering, France.
 5. Murashkin V.G., Murashkin G.V. Raschet prochnosti proektiruemykh zhelezobetonnykh konstruksiy s uchetom nelineynogo deformirovaniya betona // Sb. st.: Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Stroitel'stvo. – Samara: SamGTU, 2018. S. 155...166.
 6. Murashkin V.G. Osobennosti nelineynogo deformirovaniya betona // J. RAASN Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo. – 2019, №1. S. 128-132.
 7. Rumyantseva V.E., Goglev I.N., Loginova S.A., Morokhov K.V. Issledovanie vliyaniya ftoristykh sred na korroziionnye svoystva tsementnykh betonov. // Sb. mat. I nauch.-prakt. foruma "SMART-BUILD". – Ivanovo 23 – 24 noyabrya 2018 g. S. 112...117.
 8. Fedosov S.V., Malbiev S.A. Primenenie korroziionno stoykikh stroitel'nykh materialov v nesushchikh konstruksiyakh pokrytiy zdaniy tekstil'nykh predpriyatiy // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, № 5. S. 204...208.
 9. Fedosov S.V., Rumyantseva V.E., Krasil'nikov I.V., Konovalova V.S., Karavaev I.V. Opredelenie resursa bezopasnoy ekspluatatsii konstruksiy iz betona, sodержashchego gidrofobiziruyushchie dobavki // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, № 6. S. 268...276.
 10. Rumyantseva V.E., Khrunov V.A., Shesterkin M.E. Opredelenie resursa bezopasnoy ekspluatatsii zdaniy i sooruzheniy iz betona // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2015, № 4. S.131...137.
- Рекомендована кафедрой строительных конструкций СГТУ. Поступила 30.10.19.

УДК 624.046.2

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ НА РАБОТУ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

THE INFLUENCE OF PLASTIC STRAINS ON THE BEHAVIOR OF BENDING ELEMENTS UNDER SEISMIC LOADS

С.О. КУРНАВИНА, И.В. ЦАЦУЛИН

S.O. KURNAVINA, I.V. TSATSULIN

(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)

(National Research Moscow State University of Civil Engineering)

E-mail: KurnavinaSO@mgsu.ru; ilya.vladimirovich.t@mail.ru

Для оценки влияния пластических деформаций в арматуре на напряженно-деформированное состояние и высоту остаточных нормальных трещин в сжатой зоне бетона изгибаемых железобетонных элементов, работающих в условиях малоцикловых знакопеременных воздействий, проведены расчеты моделей шарнирно опертых железобетонных балок с учетом упру-

гопластических диаграмм бетона и арматуры. Получена зависимость высоты остаточных трещин, несущей способности и предельного коэффициента пластичности во втором полуцикле нагружения от коэффициента пластичности в первом полуцикле. Сделан вывод о необходимости ограничения пластических деформаций при сейсмических воздействиях во избежание хрупкого разрушения конструкций на последующих циклах нагружения.

In order to evaluate the influence of plastic deformations of reinforcement on the stress-strain state of bending elements and on the height of residual cracks in the compressed area of concrete under low-cycle alternating effects the design of reinforced concrete beams with regard to elastoplastic diagrams of materials has been carried out. The dependences of the residual cracks height, bearing capacity, and of the ultimate coefficient of plasticity in the second half-cycle of loading on the coefficient of plasticity in the first half-cycle of loading have been obtained. The conclusion has been made about the necessity of limiting of plastic strains under seismic loads in order to avoid the brittle fracture of constructions during the following cycles of loading.

Ключевые слова: железобетон, знакопеременное воздействие, остаточная трещина, коэффициент пластичности.

Keywords: reinforced concrete, alternating loads, residual crack, coefficient of plasticity.

Значительная часть территории Российской Федерации относится к сейсмически опасным районам. В связи с этим возникает необходимость обеспечения сейсмостойкости железобетонных зданий и сооружений, расположенных в этих районах, в том числе и предназначенных для нужд текстильной промышленности.

Процесс развития повреждений в железобетонных конструкциях при сейсмических воздействиях еще недостаточно изучен. Согласно действующим нормам по сейсмостойкому строительству [1] при проектировании зданий и сооружений должно предусматриваться развитие пластических деформаций и локальных разрушений в элементах конструкций. При этом должна быть обеспечена "живучесть" таких зданий во время землетрясений.

В реальной практике проектирования сейсмостойких железобетонных зданий возможность развития пластических деформаций в конструкциях учитывается только на этапе определения сейсмических нагрузок. Большая часть зданий и сооружений рассчитывается спектральным методом, и на-

личие локальных повреждений и пластических деформаций учитывается путем введения понижающего коэффициента K_1 . Расчет железобетонных конструкций на прочность при этом проводится традиционными методами.

Однако развитие пластических деформаций в арматуре, очевидно, приводит к образованию остаточных трещин в растянутой зоне, которые не смыкаются при смене знака усилий [2]. Наличие несомкнутых трещин в сжатой зоне бетона сказывается на напряженно-деформированном состоянии железобетонного сечения на последующих циклах нагружения и, в свою очередь, на несущей способности [2], [4...6].

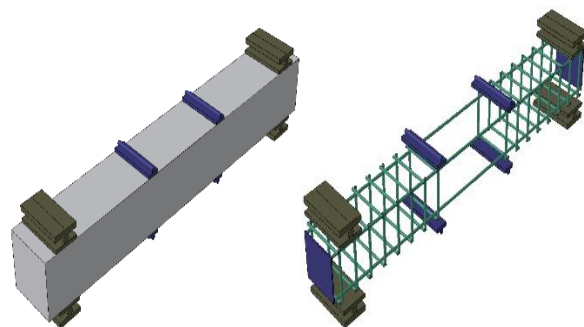


Рис. 1

Для изучения влияния пластических деформаций на работу изгибаемых железобетонных элементов был проведен ряд расчетов железобетонных балок в ПК Abaqus с учетом физической нелинейности материалов. Как показали результаты расчета железобетонных рам на сейсмические воздействия [3], максимальные перемещения наблюдались в течение первых двух полуциклов после достижения максимального ускорения. Поэтому рассматривалось напряженно-деформированное состояние конструкций в течение первых двух полуциклов деформирования изгибаемого элемента.

Целью исследования являлась оценка влияния величины максимальных пластических деформаций в растянутой арматуре на первом полуцикле нагружения на высоту остаточной несомкнутой трещины в сжатой зоне бетона, напряженно-деформи-

рованное состояние, несущую способность и величину предельных пластических деформаций при смене знака усилия. Поскольку изучалась только работа сечения при знакопеременном воздействии, то задача упрощенно решалась в квазистатической постановке. Влияние скорости нагружения на работу материалов учитывалось путем введения коэффициентов динамического упрочнения бетона и арматуры.

Проведены расчеты шарнирно опертой балки из бетона класса В25 с симметричным армированием арматурными стержнями класса А500 на действие двух сосредоточенных сил, передающихся на балку через распределительные пластины 50×200 мм. Модель балки представлена на рис. 1, а основные геометрические характеристики – в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Образец	b , мм	h , мм	h_0 , мм	A_s , см ²	A'_s , см ²
1	В0-500-I	150	200	175	1,57	1,57
2	В0-500-II	200	200	175	1,57	1,57
3	В0-500-III	100	200	175	1,57	1,57
4	В0-500-IV	150	250	225	1,57	1,57

Бетон моделировался объемными конечными элементами. Для описания работы бетона использовалась модель с разрушением "concrete damaged plasticity". Данная модель учитывает образование и раскрытие трещин при растяжении, сжатии и срезе, а также теорию прочности бетона. Модель является континуальной, основанной на пластическом поведении и учитывающей образование и накопление повреждений. Ввиду невозможности определения фактической ширины раскрытия трещины, для обеспечения континуальности сетки конечных элементов применяется метод распределения зоны трещины на группу конечных элементов ("размазанное трещинообразование" – smeared cracking). Для наиболее подробной картины трещинообразования в модели, при задании характеристик состояния бетона, после достижения им предельных деформаций, введена ниспадающая ветвь с условным физическим смыслом.

Общий вид расчетной диаграммы для сжатого бетона (concrete damaged plasticity) представлен на рис. 2-а. Общий вид диаграммы для растянутого бетона аналогичен, но отмасштабирован в соответствии с величиной прочности бетона на растяжение и предельными деформациями растяжения.

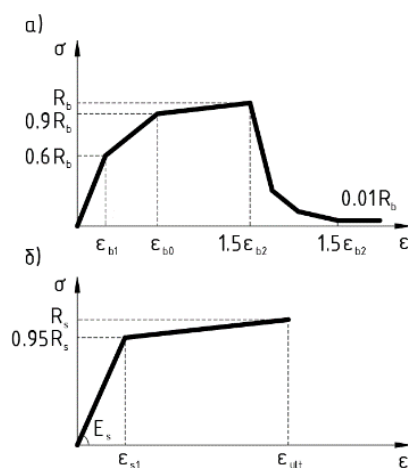


Рис. 2

На рис. 2-б представлена расчетная диаграмма арматуры. Для моделирования арматуры была использована модель пластичности с двумя линейными участками – зоной упругой работы и площадкой текучести, принятой с незначительным упрочнением для обеспечения сходимости.

В качестве эталона рассматривалась балка, загруженная монотонно возрастающей нагрузкой до полного разрушения. Для нее определялась нагрузка, соответствующая началу текучести в арматуре и предельная величина пластических деформаций арматуры в момент начала разрушения бетона сжатой зоны.

Для исследования влияния пластических деформаций арматуры на первом цикле нагружения на напряженно-деформированное состояние при смене знака нагрузки проведены расчеты балок на знакопеременную нагрузку. Вначале балка нагружалась монотонно возрастающей нагрузкой, которая оставалась постоянной после начала текучести в растянутой арматуре. После достижения арматурой заданной величины пластических деформаций балка разгружалась, а затем нагружалась нагрузкой противоположного знака. Коэффициент пластичности по деформациям арматуры в первом полуцикле нагружения варьировался от 1,15 до 5.

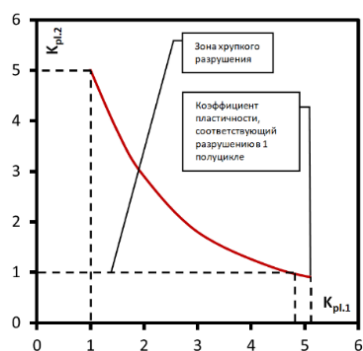


Рис. 3

По результатам расчета строились зависимости предельного коэффициента пластичности, соответствующего разрушению бетона сжатой зоны во втором полуцикле, от коэффициента пластичности в первом полуцикле. На рис. 3 представлена такая за-

висимость для балки В0-500-II. Для эталонной балки коэффициент пластичности, соответствующий началу разрушения бетона сжатой зоны, составил $K_{pl} = 5,1$.

Как видно из графика, с увеличением пластических деформаций в первом полуцикле нагружения предельные значения коэффициента пластичности во втором полуцикле интенсивно снижаются. Это связано с ростом высоты остаточной несомкнутой трещины в растянутой зоне, которая при нагружении обратного знака оказывается в сжатой зоне, тем самым уменьшая расчетную высоту сечения. Зависимость относительной высоты несомкнутой трещины в момент начала текучести арматуры во втором полуцикле от коэффициента пластичности в первом полуцикле представлена на рис. 4.

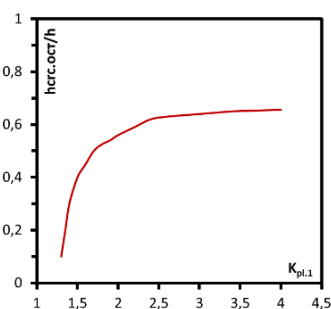


Рис. 4

Как видно из графика на рис. 3, при коэффициенте пластичности в первом полуцикле, равном 4,8, высота сечения во втором полуцикле уменьшается настолько, что сечение оказывается переармированным. Бетон сжатой зоны начинает разрушаться еще до начала текучести в арматуре.

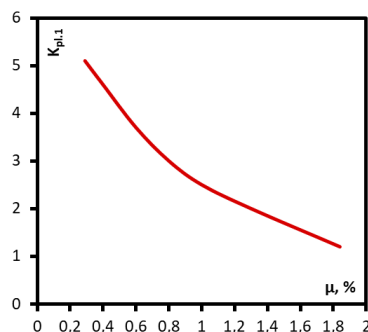


Рис. 5

На рис. 5 представлена зависимость коэффициента пластичности в первом полупериоде нагружения, при котором происходит хрупкое разрушение бетона во втором полупериоде, от процента армирования балки:

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_0} = \frac{A'_s}{b \cdot h_0}$$

На рис. 6 представлена зависимость отношения разрушающей нагрузки во втором полупериоде к разрушающей нагрузке эталонного образца в зависимости от коэффициента пластичности в первом полупериоде.

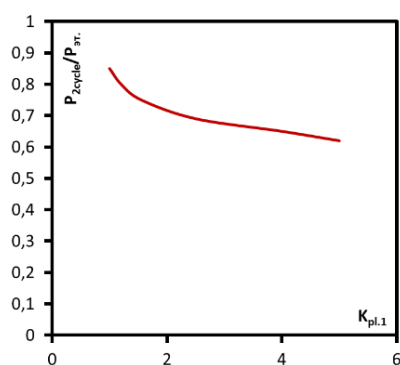


Рис. 6

Из графика видно, что по мере увеличения пластических деформаций в первом полупериоде имеет место значительное (до 40%) снижение несущей способности во втором полупериоде, связанное с уменьшением высоты сечения за счет несомкнутой нормальной трещины в сжатой зоне.

В дальнейшем предполагается выполнение численных расчетов во временной области и испытаний балок на знакопеременное динамическое воздействие.

ВЫВОДЫ

1. При расчете изгибаемых железобетонных конструкций на сейсмические воздействия следует проводить оценку их прочности не только в момент достижения максимальных деформаций, но и на следующем полупериоде, при воздействии сейсмического усилия обратного знака. При этом необходимо учитывать влияние пластических деформаций на уменьшение высоты сечения при смене знака усилий.

2. Следует ввести критерий предельного состояния, ограничивающий максимальную величину пластических деформаций арматуры, чтобы избежать хрупкого разрушения элемента при воздействии обратного знака.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
2. Курнавина С.О., Грачев А.Н. Критерий образования сквозных трещин при циклическом изгибе железобетонных конструкций // Строительство и реконструкция. – 2018, №5 (79). С 24...31.
3. Garnitsky V.I., Golda Yu.L., Kurnavina S.O. Damage development process in reinforced concrete frame under the action of seismic loads // proceedings of the III All Russian (II International) Conference on concrete and reinforced concrete "Concrete and reinforced concrete – glance at future". – Vol. II, 2014.
4. Абаканов М.С. Малоцикловая прочность железобетонных конструкций каркасных зданий при действии нагрузок типа сейсмических. – Алма-Ата: АО "КазНИИСА", 2016.
5. Курнавина С.О. Циклический изгиб железобетонных конструкций с учетом упругопластических деформаций арматуры и бетона // Вестник МГСУ. – 2011. Т 1. С. 154.
6. Kurnavina S.O., Tsatsulin I.V. The design model of reinforced concrete beam formed by the field of cracks directions // XXII International Scientific Conference: Construction of Living Environment (FORM-2019). – Vol. 97, 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704017>.
7. Мирсаянов И.Т., Тамразян А.Г. К расчету железобетонных конструкций на выносливость // Промышленное и гражданское строительство. – 2016, № 11. С.19...23.
8. Тамразян А.Г., Орлова М.А. К остаточной несущей способности железобетонных балок с трещинами // Жилищное строительство. – 2015, № 6. С.32...34.
9. Тамразян А.Г., Аветисян Л.А. Экспериментальные исследования внецентренно сжатых железобетонных элементов при кратковременных динамических нагружениях в условиях огневых воздействий // Промышленное и гражданское строительство. – 2014, № 4. С. 2428.

REFERENCES

1. SP 14.13330.2018. Stroitel'stvo v seysmicheskikh rayonakh. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP II-7-81*.
2. Kurnavina S.O., Grachev A.N. Kriteriy obrazovaniya skvoznnykh treshchin pri tsiklicheskom izgibe zhelezobetonnykh konstruksiy // Stroitel'stvo i rekonstruksiya. – 2018, №5 (79). S 24...31.

3. Garnitstky V.I., Golda Yu.L., Kurnavina S.O. Damage development process in reinforced concrete frame under the action of seismic loads // proceedings of the III All Russian (II International) Conference on concrete and reinforced concrete "Concrete and reinforced concrete – glance at future". – Vol. II, 2014.

4. Abakanov M.S. Malotsiklovaya prochnost' zhelezobetonnykh konstruksiy karkasnykh zdaniy pri deistvii nagruzok tipa seismicheskikh. – Alma-Ata: AO "KazNIISA", 2016.

5. Kurnavina S.O. Tsiklicheskiy izgib zhelezobetonnykh konstruksiy s uchetom uprugoplasticheskikh deformatsiy armatury i betona // Vestnik MGSU. – 2011. T.1. S. 154.

6. Kurnavina S.O., Tsatsulin I.V. The design model of reinforced concrete beam formed by the field of cracks directions // XXII International Scientific Conference: Construction the Formation of Living Environment (FORM-2019). – Vol. 97, 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704017>.

7. Mirsayapov I.T., Tamrazyan A.G. K raschetu zhelezobetonnykh konstruksiy na vynoslivost' // Pro-myshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2016, № 11. S.19...23.

8. Tamrazyan A.G., Orlova M.A. K ostatochnoy nesushchey sposobnosti zhelezobetonnykh balok s treshchinami // Zhilishchnoe stroitel'stvo. – 2015, № 6. S.32...34.

9. Tamrazyan A.G., Avetisyan L.A. Eksperimental'nye issledovaniya vnetsentrenno szhatykh zhelezobetonnykh elementov pri kratkovremennykh dinamicheskikh nagruzheniyakh v usloviyakh ognevnykh vozdeystviy // Pro-myshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2014, № 4. S.2428.

Рекомендована кафедрой железобетонных и каменных конструкций. Поступила 28.09.19.

УДК 69.04

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАСЧЕТУ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОПРОЧНОЙ АРМАТУРЫ,
НЕ ИМЕЮЩЕЙ СЦЕПЛЕНИЯ С БЕТОНОМ**

**PROPOSALS FOR CALCULATING
PRELIMINARY STRESSED REINFORCED
CONCRETE STRUCTURES
USING HIGH-STRENGTH REINFORCEMENT,
WITHOUT CONCRETE ADHESION**

А.Н. ТОПИЛИН

A.N. TOPILIN

(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)

(National Research Moscow State University of Civil Engineering)

E-mail: alex-topilin@mail.ru

В статье рассматривается работа предварительно напряженной балки со смешанным армированием, влияние напряженной высокопрочной арматуры, не имеющей сцепления с бетоном, при достижении предельного состояния по несущей способности.

Цель исследования – нахождение уровня влияния высокопрочной арматуры без сцепления на разрушающую нагрузку, методами строительной механики, для балки со смешанным армированием, при прямолинейной раскладке напрягаемой арматуры.

The article deals with the work of prestressed beams with mixed reinforcement, the effect of high-strength reinforcement stress, which has no adhesion to concrete, when reaching the limit state of the load-bearing capacity.

The aim of the study is to find the level of influence of high-strength reinforcement without coupling on the destructive load, by methods of structural mechanics, for beams with mixed reinforcement, with a straight layout of the stressed reinforcement.

Ключевые слова: предварительное напряжение, напряжение без сцепления, постнапряжение.

Keywords: pre-stress, stress without coupling, post-stress.

В предварительно напряженных железобетонных конструкциях с применением высокопрочной арматуры, не имеющей сцепления с бетоном, деформации, возникающие в результате приращения напряжений в высокопрочной арматуре, от действия внешних нагрузок, распределяются равномерно по всей длине каната, что приводит к неполному использованию прочностных свойств напрягаемой арматуры [5...10]. На рис. 1 (эпюра распределения напряжений в арматуре балки со смешанным армированием: а) – для арматуры со сцеплением, б) – для арматуры без сцепления) показано распределение напряжений в арматуре смешанно армированной балки.

Данный эффект учитывается нормами строительного проектирования железобетонных конструкций разных стран. Значения предельных напряжений в арматуре без сцепления представлены в табл. 1 (напряжения в высокопрочной арматуре без сцепления в момент разрушения).

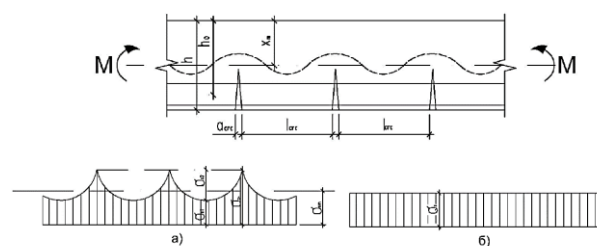


Рис. 1

Таблица 1

EN 1992-1-1[1]	Пособие к СП 63.13330[2]
$\sigma_{pd} + \Delta\sigma_{p,uls}$ $\Delta\sigma_{p,uls} = 100 \text{ МПа}$	$\sigma_{s,u} = \gamma_{sp} \sigma_{sp} + \Delta\sigma_{s,u} \leq 0,8R_s$ $\gamma_{sp} = 0,9$
σ_{pd}, σ_{sp} – усилие предварительного напряжения с учетом потерь	

Нормируемая величина максимальных напряжений в канате без сцепления соответствует работе каната в упругой стадии, следовательно, разрушения конструкции возможно в результате хрупкого разрушение

сжатой зоны бетона или пластического разрушения ненапрягаемой арматуры.

Максимальное значение изгибающего момента в соответствии с пособием к СП 63.13330 [2]:

$$M_{ult} = \sigma_{s,u} A_{sp} \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_s A_s \left(h - a - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} A'_s \left(\frac{x}{2} - a' \right). \quad (1)$$

Приращение напряжений в напрягаемой арматуре от внешней нагрузки в предельном состоянии:

$$\Delta\sigma_{s,u} = 70 \left(\frac{0,6}{\xi} - 1 \right), \xi = x/h_0. \quad (2)$$

Высота сжатой зоны вычисляется из уравнения:

$$x^2 - Ax - B = 0, \quad (3)$$

$$\text{где } A = \frac{(\sigma_{sp} - 70) A_{sp} + R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b},$$

$$B = \frac{42 h_0 A_{sp}}{R_b b} \quad (4)$$

При высоте сжатой зоны $x < 2a'$ сжатая арматура не учитывается, поскольку расположена в близости от нейтральной оси.

Для определения напряжений в канатной напрягаемой арматуре без сцепления при прямолинейной раскладке возможно применение схемы определения напряжений на основе деформаций в момент, предшествующий разрушению. На рис. 2 показана геометрическая схема расчетной модели определения деформаций.

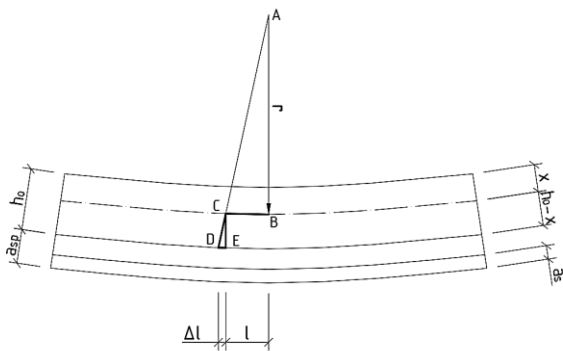


Рис. 2

Если задаться допущением, что радиус кривизны балки настолько велик, что отрезки BC и DE являются линейными, то треугольники ABC и CDE являются подобными, что дает нам выражение:

$$\frac{\ell}{r} = \frac{\Delta \ell}{h_0 - x} \quad (5)$$

С учетом преобразований:

$$\frac{1}{r} = \frac{\Delta \ell}{\ell(h_0 - x)} = \frac{\varepsilon}{h_0 - x} \quad (6)$$

Тогда:

$$\varepsilon = \frac{h_0 - x}{r} \quad (7)$$

Напряжение в высокопрочной напрягаемой арматуре находится на основании графика зависимости напряжений от деформаций для канатов типа К7 ГОСТ Р 53772–2010 [3]. Если они соответствуют упругой стадии, то справедливо выражение:

$$\sigma_{s,u} = E\varepsilon = E \frac{h_0 - x}{r} \quad (8)$$

Кривизна железобетонного элемента определяется в соответствии с пунктами 8.2, 9.3 СП 63.13330.2012 [4]:

$$\frac{1}{r} = \frac{M - N_p e_{op}}{D} \quad (9)$$

$$D = E_{b1} I_{red} \quad (10)$$

В качестве примера приведен расчет 3-метровой предварительно напряженной балки размерами 180×400, шарнирно опертой по краям, с использованием каната марки К7-15,7-1650/1860 ГОСТ 53772–2010 [3], $A_{sp} = 150 \text{ мм}^2$, прямолинейно расположенного, в качестве напрягаемого армирования конструктивной арматурой А400 2Ø6 $A_s = A_s' = 57 \text{ мм}^2$, бетона В50, начальное усилие предварительного натяжения $\sigma_{sp} = 0,95 R_{s,n} = 1567,5 \text{ МПа}$ "перетяжка". Расчетные характеристики материалов принимаются согласно СП63.13330 [3]. Схема к определению усилий в элементах нормального сечения представлена на рис. 3.

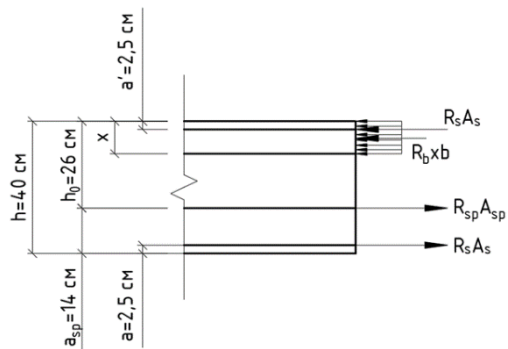


Рис. 3

Для эффективного преднапряжения конструктивного элемента с использованием напрягаемой арматуры без сцепления с бетоном его минимальная длина должна составлять примерно 8 м. В противном случае величина потерь на анкерном устройстве, зависящая от длины пучка напрягаемого армирования, возрастает, что приводит к значительному снижению усилия натяжения. Использование 3-метровой балки объясняется тем, что изготовление и испытание, планируемое в дальнейшем, элемента рекомендуемой длины невозможно в лабораторных условиях.

Потери предварительного напряжения определялись в соответствии с пунктом 6

методического пособия к СП63.13330 [2]. Поскольку раскладка напрягаемой арматуры прямолинейна и используется один

канат, потерями на трение и упругого обжатия бетона пренебрегают. Результаты расчетов потерь представлены в табл. 2.

Таблица 2

№	Вид потерь	Зависимость	Значение, МПа
1	Потери на анкере	$\Delta\sigma_{sp4} = \frac{\Delta\ell}{\ell} E_{sp}, \Delta\ell = 4 \text{ мм}$	260
2	Потери от усадки бетона	$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} E_s$	58,5
3	Потери от ползучести бетона	$\Delta\sigma_{sp6} = \varepsilon_{cp} E_s$ $\varepsilon_{cp} = \frac{\varphi_{b,cr} \sigma_{bp}}{E_{bp}}$	26,98
4	Потери релаксации арматуры	$\Delta\sigma_{sp1} = r_{1000} f_r \sigma_{sp}$	58,78
5	I потери	$\Delta\sigma_{sp(1)}$	260
6	II потери	$\Delta\sigma_{sp(2)}$	144,27
7	Суммарные потери	$\Delta\sigma_{sp(1)} + \Delta\sigma_{sp(2)}$	404,27

С учетом потерь величина предварительного напряжения составляет 1163,23 МПа. Тогда найденные по закону Гука начальные относительные деформации равны $\varepsilon=0,5965\%$.

Высота сжатой зоны и предельный момент сечения, вычисленные по формулам (1)...(4) составляют $x=4,458 \text{ см}$, $M_{ult}=47,97 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Зная высоту сжатой зоны и предельный момент, определим кривизну элемента в момент, предшествующий разрушению по формулам (9)...(10), принимая модуль упругости бетона при действии кратковременных нагрузок, равный $0,85E_b$, при длительно действующих нагрузках с учетом коэффициента ползучести бетон $\varphi_{b,cr}$. Геометрические характеристики сечения определяются без учета напрягаемой арматуры, поскольку она не имеет сцепления и растянутой зоны бетона. Далее вычислим по формулам (5)...(7) величину приращения относительных деформаций. Получается, что в зависимости продолжительности действия момента величина относительных деформаций в напрягаемой арматуре колеблется от 0,138 до 0,188%, для нагрузок, принятых полностью кратковременными и длительно, соответственно.

Значение полных деформаций в напрягаемой арматуре, равное сумме относительных деформаций преднапряжения, и относительных деформаций, возникших от действия разрушающей нагрузки равны 0,735...0,785% в зависимости от продолжительности.

На рис. 4 представлен график зависимости напряжений от относительных деформаций для каната марки К7-15,7-1650/1860-ГОСТ 53772-2010 [3]. График зависимости указывает на то, что напряжения, возникающие в арматуре без сцепления, в момент разрушения находятся в диапазоне, примерно равном 1440...1480 МПа. По закону Гука данный диапазон составит 1432,65...1530,28 МПа. Значения напряжений указывают на то, что в момент разрушения канатная арматура находится в упругой стадии работы.

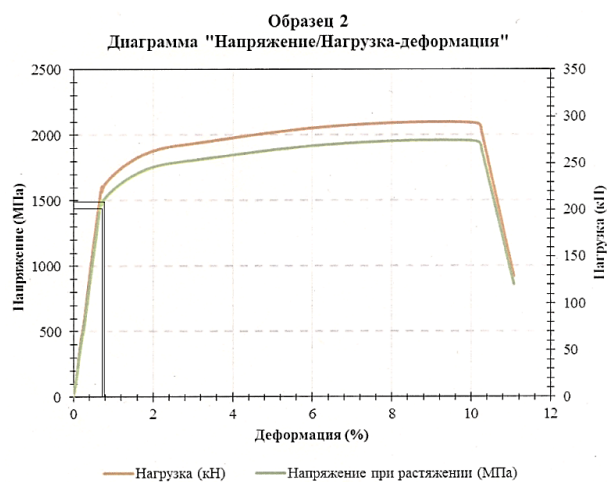


Рис. 4

ВЫВОДЫ

Таким образом, получается, что даже при достижении максимального внешнего момента, который может воспринять балка

в канатной арматуре, не достигается условного предела текучести. Преднапряженная арматура не может разрушиться раньше, чем конструктивная или бетон, ее запас прочности намного больше за счет большего предела текучести и отсутствия концентрации напряжений в местах раскрытия трещин. А значит, эффект преднапряжения сохраняется на всем протяжении работы конструкции и противоположен по знаку внешней нагрузке, следовательно, можно предполагать, что момент может быть увеличен:

$$M_{\text{внеш}} - M_p \leq M_{\text{ult}} \quad (11)$$

Данное предположение необходимо проверить проведением экспериментальных исследований и методами математического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. EN 1992-1-1:2004 Eurocode2: Design of Concrete Structures –Part1-1: General rules and rules for building.
2. Конструкции железобетонные монолитные с напрягаемой арматурой без сцепления с бетоном. Правила проектирования. – М.: Минстрой, 2017.
3. ГОСТ Р 53772–2010. Канаты стальные арматурные семипроволочные стабилизированные. Технические условия (с Изменением № 1). Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2010.
4. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями № 1,2,3). – М.: Минстрой, 2012.
5. *Топилин А.Н., Терешина Е.Н., У. Кео.* Современные системы предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций // Бюллетень строительной техники. – 2018, №12. С. 50...51.
6. *Tamrazyan A., Avetisyan L.* Comparative analysis of analytical and experimental results of the strength of compressed reinforced concrete columns under special combinations of loads // MATEC Web of Conferences 5. Ser. "5th International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education", IPICSE 2016". – 2016. P.01029.
7. *Тамразян А.Г., Фаликман В.Р.* Основные требования к проектированию железобетонных конструкций по модельному кодексу ФИБ // Строительство и реконструкция. – 2016, № 3(65). С. 71...77.
8. *Tamrazyan A.G.* The assessment of reliability of punching reinforced concrete beamless slabs under the in-

fluence of a concentrated force at high temperatures // Procedia Engineering. – 2016. Т. 153. С. 715...720.

9. *Тамразян А.Г., Манаенков И.К.* К расчету плоских железобетонных перекрытий с учетом фактической жесткости сечения // Научное обозрение. – 2015, № 8. С. 87...92.

10. *Тамразян А.Г., Дудина И.В.* Влияние изменчивости контролируемых параметров на надежность преднапряженных балок на стадии изготовления // Жилищное строительство. – 2001, № 1. С.16...17.

REFERENCES

1. EN 1992-1-1:2004 Eurocode2: Design of Concrete Structures –Part1-1: General rules and rules for building.
 2. *Konstruktsii zhelezobetonnye monolitnye s napryagaemoy armaturoy bez stsepleniya s betonom.* Pravila proektirovaniya. – М.: Minstroy, 2017.
 3. *GOST R 53772–2010.* Kanaty stal'nye armaturnye semiprovolochnye stabilizirovannye. Tekhnicheskie usloviya (s Izmeneniem № 1). Ofitsial'noe izdanie. – М.: Standartinform, 2010.
 4. *SP 63.13330.2012.* Betonnye i zhelezobetonnye konstruktsii. Osnovnye polozheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 52-01-2003 (s Izmeneniyami № 1,2,3). – М.: Minstroy, 2012.
 5. *Topilin A.N., Tereshina E.N., U. Keo.* Sovremennye sistemy predvaritel'nogo napryazheniya monolitnykh zhelezobetonnykh konstruktsiy // Byulleten' stroitel'noy tekhniki. – 2018, №12. S. 50...51.
 6. *Tamrazyan A., Avetisyan L.* Somparative analysis of analytical and experimental results of the strength of compressed reinforced concrete columns under special combinations of loads // MATEC Web of Conferences 5. Ser. "5th International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education", IPICSE 2016". – 2016. P.01029.
 7. *Tamrazyan A.G., Falikman V.R.* Osnovnye trebovaniya k proektirovaniyu zhelezobetonnykh konstruktsiy po model'nomu kodeksu FIB // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. – 2016, № 3(65). S. 71...77.
 8. *Tamrazyan A.G.* The assessment of reliability of punching reinforced concrete beamless slabs under the influence of a concentrated force at high temperatures // Procedia Engineering. – 2016. Т. 153. S. 715...720.
 9. *Tamrazyan A.G., Manaenkov I.K.* K raschetu ploskikh zhelezobetonnykh perekrytiy s uchetom fakticheskoy zhestkosti secheniya // Nauchnoe obozrenie. – 2015, № 8. S. 87...92.
 10. *Tamrazyan A.G., Dudina I.V.* Vliyanie izmenchivosti kontroliruemykh parametrov na nadezhnost' prednapryazhennykh balok na stadii izgotovleniya // Zhilishchnoe stroitel'stvo. – 2001, № 1. S. 16...17.
- Рекомендована кафедрой железобетонных и каменных конструкций. Поступила 28.09.19.

**К РАСЧЕТУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПО НЕЛИНЕЙНОЙ ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ**

**TO THE CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS
ACCORDING TO THE NONLINEAR DEFORMATION MODEL**

I.K. MANAENKOV

I.K. MANAENKOV

(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)

(National Research Moscow State University of Civil Engineering)

E-mail: manaenkov.i.k@gmail.com

В статье рассмотрены основные особенности, преимущества и области применения нелинейной деформационной модели (НДМ) для расчета изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных конструкций. Показана хорошая сходимость результатов расчета балок с косвенным армированием сжатой зоны по НДМ с экспериментальными данными.

The article presents the main features, advantages and applications of the nonlinear deformation model for calculating bending and eccentrically compressed reinforced concrete structures. Good convergence of the calculation results of beams with indirect reinforcement of the compressed zone according to the nonlinear deformation model with experimental data is shown.

Ключевые слова: нелинейная деформационная модель, диаграмма деформирования, изгибаемый элемент, внецентренно сжатый элемент, косвенное армирование.

Keywords: nonlinear deformation model, deformation diagram, bending element, eccentrically compressed element, indirect reinforcement.

Современный уровень развития науки и активное распространение компьютерных технологий позволяют внедрять в практику проектирования строительных конструкций методики расчета, позволяющие более точно описывать напряженно-деформированное состояние и использовать резервы несущей способности традиционных материалов. В утвержденном на данный момент в России своде правил [1] для расчета железобетонных конструкций по прочности предлагается два основных подхода: расчет по предельным усилиям и расчет по нелинейной деформационной модели (НДМ).

При расчете по предельным усилиям вычисляются продольная сила N и изгибающий момент M в нормальном сечении железобетонного элемента, которые приводят

к потере несущей способности. При этом одной из предпосылок расчета является представление о равномерном распределении напряжений в характерных зонах элемента (например, принимается прямоугольная форма эпюры напряжений в сжатой зоне). Такой подход позволяет производить расчеты по прочности, но не позволяет выйти на деформации и кривизну сечения элемента. И в этом случае расчет по деформациям проводится отдельно по достаточно громоздким формулам с большим числом эмпирических коэффициентов. Основным достоинством расчета по предельным усилиям является относительная простота и возможность их выполнения "вручную". Но область применения таких расчетов достаточно жестко ограничена стан-

дартной формой поперечного сечения элемента (круг, кольцо, прямоугольник, двутавр, тавр), а также тем, что при косом изгибе и внецентренном сжатии возможно выполнить расчеты только в отдельных случаях [2].

Метод расчета по НДМ не ограничен формой поперечного сечения и позволяет получить более приближенное к реальному распределение напряжений по сечению. В основе метода лежит применение в расчетах диаграмм деформирования стали и бетона, устанавливающих связь между напряжениями σ и деформациями ϵ . При этом для мягких сталей в большинстве расчетов применяется двухлинейная диаграмма, так как из-за ограниченной сжимаемости бетона в конструкциях до разрушения нет возможности развиться большим пластическим деформациям арматуры и после начала пластического деформирования арматуры, соответствующего площадке текучести, происходит разрушение конструкции. Для высокопрочных сталей рекомендуется применять трехлинейную диаграмму [1]. Для бетона возможно применять как данные о зависимости $\sigma - \epsilon$, полученные напрямую по результатам эксперимента, так и аналитические диаграммы: двух-, трехлинейные [1]; криволинейные, такие как, диаграмма, включенная в кодекс ФИБ [3], диаграмма Н.И. Карпенко [4] и др.). Аналитические диаграммы для бетона обычно строятся на основании данных о прочности R_b и деформациях, соответствующих вершине диаграммы ϵ_{b0} . Также с применением НДМ возможно, задавшись соответствующей диаграммой деформирования, рассчитывать железобетонные элементы со всевозможными конструктивными модификациями прочностных и деформационных характеристик бетона, такими как применение различных вариантов косвенного армирования [5...8], армирование фиброй [9...12] и др. Конечно, все вышеперечисленные расчеты возможно выполнять в комплексах, реализующих метод конечных элементов [13], но сборка моделей является весьма трудоемкой, возникает задача моделирования контакта различных материалов и для хорошей сходимости обычно требуются качественные экс-

периментальные данные, позволяющие обработать расчетную модель. В сравнении с этим метод расчета по НДМ прост в применении и позволяет оперативно оценить эффективность разрабатываемых конструктивных решений.

Расчет по НДМ выполняется посредством итерационного процесса. Сущность метода расчета при действии продольной силы N и изгибающего момента M , разложенного во взаимно ортогональных плоскостях на два слагаемых M_x и M_y , заключается в следующем.

1) Нормальное сечение разбивается на относительно малые участки (A_{bi} , A_{sj}), в пределах которых напряжения принимаются осредненными (рис. 1).

2) Составляется система уравнений:

$$\left. \begin{aligned} M_x &= D_{11} \frac{1}{r_x} + D_{12} \frac{1}{r_y} + D_{12} \epsilon_0, \\ M_y &= D_{12} \frac{1}{r_x} + D_{22} \frac{1}{r_y} + D_{23} \epsilon_0, \\ N &= D_{13} \frac{1}{r_x} + D_{23} \frac{1}{r_y} + D_{23} \epsilon_0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

которая решается относительно кривизн $1/r_x$ и $1/r_y$ и деформаций ϵ_0 . При этом жесткости D_{ij} вычисляются через коэффициенты упру-

гости $\nu_{bi} = \frac{\sigma_{bi}}{E_b \epsilon_{bi}}$ и $\nu_{sj} = \frac{\sigma_{sj}}{E_s \epsilon_{sj}}$, которые на

первом этапе принимаются равными 1 (то есть на первом этапе задача решается в упругой постановке и пластические деформации не учитываются).

3) Вычисляются матрицы относительных деформаций (2) для различных материалов в пределах сечения:

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_{bi} &= \epsilon_0 + \frac{1}{r_x} Z_{bxi} + \frac{1}{r_y} Z_{byi}, \\ \epsilon_{sj} &= \epsilon_0 + \frac{1}{r_x} Z_{sxj} + \frac{1}{r_y} Z_{byj}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

4) По вычисленным деформациям в соответствии с диаграммами $\sigma - \epsilon$ вычисляется матрица распределения напряжений по сечению.

5) Вычисляем значения N , M_x и M_y по выражениям (3) и сравниваем с исходными значениями:

$$M_x = \sum_i \sigma_{bi} A_{bi} Z_{bxi} + \sum_j \sigma_{sj} A_{sj} Z_{sxj},$$

$$M_y = \sum_i \sigma_{bi} A_{bi} Z_{byi} + \sum_j \sigma_{sj} A_{sj} Z_{syj}, \quad (3)$$

$$N = \sum_i \sigma_{bi} A_{bi} + \sum_j \sigma_{sj} A_{sj}.$$

6) При недостаточной точности решения пересчитываются коэффициенты упругости ν_{bi} и ν_{sj} , и цикл повторяется до достижения требуемой сходимости.

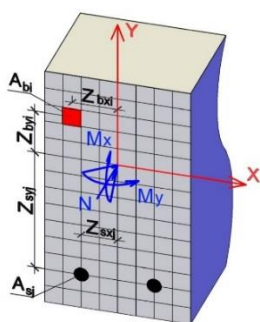


Рис. 1

При этом при расчете элементов с гибкостью $l_0/i > 14$ на сжатие с изгибом необходимо учитывать влияние возникающего прогиба f на несущую способность [1]. Этот прогиб создает дополнительный изгибающий момент $M = M_0 + \Delta M = M_0 + N \cdot f$. Часто в инженерных расчетах в запас несущей способности, независимо от распределения изгибающего момента по длине элемента, в расчет берется максимальное значение M_0 и кривизна и прогиб считаются как для вне-

центренно сжатого стержня от комбинации усилий M_0 и N (рис. 2).

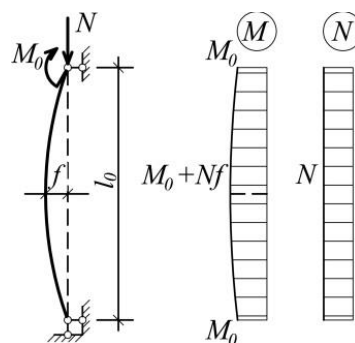


Рис. 2

Авторами написана программа для ЭВМ, реализующая расчеты по НДМ, и были произведены расчеты балок с косвенным армированием сжатой зоны (рис. 3), экспериментальные данные по которым приведены в [6].

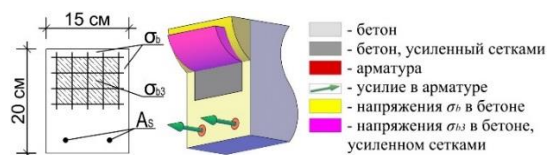


Рис. 3

При этом для растянутой арматуры принималась двухлинейная диаграмма, для бетона защитного слоя – диаграмма Н.И. Карпенко [4], а для бетона, усиленного косвенным армированием, – диаграмма, предложенная в работе [7]. Сравнение результатов расчета несущей способности с экспериментальными данными представлено в табл. 1.

Таблица 1

Маркировка образца	$M_{ult}^{эксп}$, кНм	$M_{ult}^{расч}$, кНм	$\frac{M_{ult}^T - M_{ult}^{оп}}{M_{ult}^{оп}} \cdot 100\%$
БС-I-0	38,9	39,7	+2,1
БС-I-1	43,2	41,1	-4,9
БС-I-2	43,1	42,2	-2,1
БС-II-0	45,2	43,8	-3,1
БС-II-1	53,2	47,6	-10,5
БС-II-2	56,4	50,1	-11,2
БС-III-0	39,6	42,2	+6,6
БС-III-1	48,1	46,9	-2,5
БС-III-2	52,5	51,3	-2,3

ВЫВОДЫ

1. Применение методики расчета по НДМ позволяет решать широкий спектр инженерных задач, вычисляя несущую способность и деформации изгибаемых и внецентренно сжатых железобетонных элементов, независимо от формы сечения и положения арматуры.

2. Применяя НДМ, возможно производить расчеты элементов с различными конструктивными мероприятиями, меняющими диаграмму деформирования бетона за счет повышения прочностных и деформационных характеристик (например, косвенное армирование). Что особенно важно при первичном анализе эффективности предлагаемых конструктивных решений

3. Сравнение вычисленных по НДМ значений несущей способности балок с косвенным армированием сжатой зоны с экспериментальными данными дало хорошую сходимость. Разница не превысила 11,2%. По всем образцам с косвенным армированием разница идет в запас несущей способности.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
2. Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н. Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям. – М.: АСВ, 2011.
3. Тамразян А.Г., Фаликман В.Р. Основные требования к проектированию железобетонных конструкций по модельному кодексу ФИБ // Строительство и реконструкция. – 2016, № 3 (65). С. 71...77.
4. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. – М.: Стройиздат, 1996.
5. Krishan A.L., Chernyshova E.P., Chernyshov V.E. Research of concrete durability in compressed elements with different types of confinement reinforcements // Conference Abstract: 2019 the 4th International Conference on Civil Engineering and Materials Science / 2019 the 2nd International Conference on Nanomaterials, Materials and Manufacturing Engineering. – 2019. P. 20.
6. Tamrazyan A.G., Manaenkov I.K., Koroteev D.D. Study of Reinforced Concrete Beams with Indirect Reinforcement of Compressed Zone in the Form of Cross Welded Mesh // J.Mech.Cont.& Math. Sci. – 2019. №1S. P. 621...631.

7. Манаенков И.К. К совершенствованию диаграммы сжатого бетона с косвенным армированием // Строительство и реконструкция. – 2018, №2 (76). С. 41...50.

8. Тамразян А.Г., Манаенков И.К. Испытание трубчатых образцов малого диаметра с высоким коэффициентом армирования // Строительство и реконструкция. – 2017, № 4 (72). С. 57...62.

9. Klyuev S.V., Klyuev A.V., Abakarov A.D., Shorstova E.S., Gafarova N.G. The effect of particulate reinforcement on strength and deformation characteristics of fine-grained concrete // Инженерно-строительный журнал. – 2017, № 7 (75). С. 66...75.

10. Травуш В.И., Каприелов С.С., Конин Д.В., Крылов А.С., Чилин И.А. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных конструкций, работающих на изгиб // Строительство и реконструкция. – 2017, № 4 (72). С. 63...71.

11. Nurtudinov M., Solovyev V., Panchenko A. Influence of composite fibers on the properties of heavy concrete // MATEC Web of Conferences 5. Сер. "5th International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education", IPICSE 2016". – 2016. UNSP 04026.

12. Плевков В.С., Белов В.В., Балдин И.В., Невский А.В. Модели нелинейного деформирования углеродофибробетона при статическом и кратковременном динамическом воздействии // Вестник гражданских инженеров. – 2016, № 3 (56). С. 72...82.

13. Арлешинов П.Д., Крылов С.Б. Современное состояние нелинейных расчетов железобетонных конструкций // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2017, № 3. С. 50...53.

REFERENCES

1. SP 63.13330.2012. Betonnye i zhelezobetonnye konstruksii. Osnovnye polozheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 52-01-2003.
2. Kodysh E.N., Nikitin I.K., Trekin N.N. Raschet zhelezobetonnykh konstruksiy iz tyazhelogo betona po prochnosti, treshchinostoykosti i deformatsiyam. – M.: ASV, 2011.
3. Tamrazyan A.G., Falikman V.R. Osnovnye trebovaniya k proektirovaniyu zhelezobetonnykh konstruksiy po model'nomu kodeksu FIB // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. – 2016, № 3 (65). S. 71...77.
4. Karpenko N.I. Obschie modeli mekhaniki zhelezobetona. – M.: Stroyizdat, 1996.
5. Krishan A.L., Chernyshova E.P., Chernyshov V.E. Research of concrete durability in compressed elements with different types of confinement reinforcements // Conference Abstract: 2019 the 4th International Conference on Civil Engineering and Materials Science / 2019 the 2nd International Conference on Nanomaterials, Materials and Manufacturing Engineering. – 2019. P. 20.
6. Tamrazyan A.G., Manaenkov I.K., Koroteev D.D. Study of Reinforced Concrete Beams with Indirect Reinforcement of Compressed Zone in the Form of Cross Welded Mesh // J.Mech.Cont.& Math. Sci. – 2019. №1S. P. 621...631.

7. Manaenkov I.K. K sovershenstvovaniyu diagrammy szhatogo betona s kosvennym armirovaniem // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. – 2018, №2 (76). S. 41...50.

8. Tamrazyan A.G., Manaenkov I.K. Ispytanie trubobetonnykh obratstov malogo diametra s vysokim koefitsientom armirovaniya // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. – 2017, № 4 (72). S. 57...62.

9. Klyuev S.V., Klyuev A.V., Abakarov A.D., Shorstova E.S., Gafarova N.G. The effect of particulate reinforcement on strength and deformation characteristics of fine-grained concrete // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. – 2017, № 7 (75). S. 66...75.

10. Travush V.I., Kaprielov S.S., Konin D.V., Krylov A.S., Chilin I.A. Eksperimental'nye issledovaniya stalezhelezobetonnykh konstruktsiy, rabotayushchikh na izgib // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. – 2017, № 4 (72). S. 63...71.

11. Nurtdinov M., Solovyev V., Panchenko A. Influence of composite fibers on the properties of heavy

concrete // MATEC Web of Conferences 5. Ser. "5th International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education", IPICSE 2016". – 2016. UNSP 04026.

12. Plevkov V.S., Belov V.V., Baldin I.V., Nevskiy A.V. Modeli nelineynogo deformirovaniya uglerodofibrobetona pri staticheskom i kratkovremennom dinamicheskom vozdeystviyakh // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. – 2016, № 3 (56). S. 72...82.

13. Arleninov P.D., Krylov S.B. Sovremennoe sostoyanie nelineynykh raschetov zhelezobetonnykh konstruktsiy // Seysmostoykoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzheniy. – 2017, № 3. S. 50...53.

Рекомендована кафедрой железобетонных и каменных конструкций. Поступила 28.09.19.

УДК 624.072

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ АППРОКСИМАЦИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА БАЛОК ИЗ НЕЛИНЕЙНО-УПРУГОГО МАТЕРИАЛА

USING THE METHOD OF SEQUENTIAL APPROXIMATIONS FOR THE CALCULATION OF BEAMS FROM A NONLINEAR-ELASTIC MATERIAL

М.В. АЛЕКСАНДРОВСКИЙ

M.V. ALEKSANDROVSKIY

(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)

(National Research Moscow State University of Civil Engineering)

E-mail: stroitmech@mgsu.ru; AleksandrovskiyMV@mgsu.ru

Значительная часть современных строительных материалов, нашедших применение при строительстве, в том числе и объектов текстильной промышленности, не подчиняются закону Гука. В статье представляем алгоритм расчета балок симметричного сечения, выполненных из нелинейно-упругого материала. Зависимость между напряжениями и деформациями описывается кубической параболой, которая хорошо аппроксимирует экспериментальную кривую и обеспечивает симметричность диаграммы относительно растяжения-сжатия. Для решения исходного нелинейного диф-

ференциального уравнения, используется метод последовательных приближений. Применение метода последовательных аппроксимаций позволяет свести систему дифференциальных уравнений, описывающих напряженно-деформированное состояние балки в каждом приближении, к системе алгебраических уравнений.

A significant part of modern building materials, which have found application in the construction, including textile industry, are not subject to the law of Hooke's. In this paper, we present the algorithm for calculating the beams of a symmetric section made of a nonlinear elastic material. The dependence between tensile stresses and deformations is described by a cubic parabola, which approximates the experimental curve well and ensures the symmetry of the tension-compression diagram. To solve the original nonlinear differential equation, the method of successive approximations is used. The application of the method of successive approximations makes it possible to reduce the system of differential equations describing the stress-strain state of the beam in each approximation to the system of algebraic equations.

Ключевые слова: алгоритм расчета, нелинейно-упругий материал, нелинейное дифференциальное уравнение, метод последовательных аппроксимаций, система алгебраических уравнений.

Keywords: calculation algorithm, nonlinear-elastic material, nonlinear differential equation approximation by a cubic parabola, the method of successive approximations, system of the algebraic equations.

В связи с модернизацией предприятий текстильной промышленности и широким применением композитных материалов все большую актуальность приобретают вопросы, связанные с определением напряжений и деформаций конструкций за пределом упругости.

Многие современные строительные материалы или совсем не подчиняются закону Гука, или следуют ему при напряжениях, значительно меньших предела прочности. Задачи, в которых закон Гука заменяется нелинейными зависимостями между напряжениями и деформациями, и относящиеся к ним вопросы рассмотрены, например, в работах [1...9].

Для расчета конструкций из нелинейно-упругого материала экспериментальные зависимости между напряжениями и деформациями описываются с помощью аналитических выражений. Различными исследователями был представлен ряд вариантов аппроксимации диаграммы деформирования $\sigma - \varepsilon$. Одной из самых простых зависимостей, связывающих напряжения и деформа-

ции, но в то же время, хорошо аппроксимирующей экспериментальную кривую, является кубическая парабола [5]. Она обеспечивает симметричность диаграммы $\sigma - \varepsilon$ относительно растяжения-сжатия, а при деформациях, стремящихся к нулю, переходит в закон Гука.

В представленной работе рассматривается расчет балки симметричного сечения, выполненной из нелинейно-упругого материала, для которого зависимость между напряжениями и деформациями аппроксимируется кубической параболой.

Напряженно-деформируемое состояние балки описывается двумя дифференциальными уравнениями второго порядка. Для решения нелинейного дифференциального уравнения, связывающего изгибающий момент и перемещения, используется метод последовательных аппроксимаций (МПА), идеи которого изложены в [10] и [11], что в конечном итоге приводит к системе линейных алгебраических уравнений, решение которых удобно проводить методом Зейделя [12].

Кубическую параболу, описывающую диаграмму $\sigma - \varepsilon$ для одноосного напряженного состояния, можно представить в следующем виде:

$$\sigma = A_1 \sigma - A_3 \varepsilon^3, \quad (1)$$

где σ и ε – продольное напряжение и деформация соответственно. Коэффициенты A_1 и A_3 , имеющие размерность напряжения, можно определить различными способами, в зависимости от поставленной задачи и конкретной экспериментальной кривой. Несколько вариантов для их определения представлены в работах [3] и [5].

В соответствии с гипотезой плоских сечений продольная деформация волокна, отстоящего на расстоянии z от нейтрального слоя, равна $\delta_z = \frac{z}{\rho}$, где ρ – радиус кривизны.

На рис. 1 показано прямоугольное поперечное сечение и соответствующая (1) эпюра напряжений, исходя из которой, изгибающий момент в сечении определяется следующим образом:

$$M = A_1 \frac{J_2}{\rho} - A_3 \frac{J_4}{\rho^3}, \quad (2)$$

$$\text{где } J_2 = \int_F z^2 dF = \frac{bh^3}{12}; \quad J_4 = \int_F z^4 dF = \frac{bh^5}{80}. \quad (3)$$

Здесь F – площадь поперечного сечения; b и h – высота и ширина сечения.

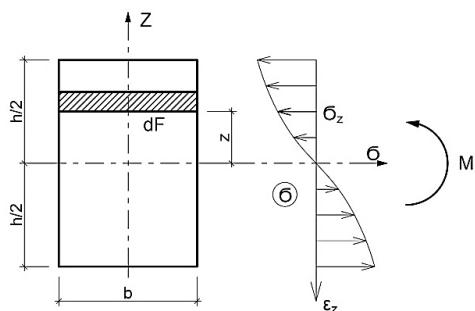


Рис. 1

Воспользовавшись известным выражением для кривизны оси балки $1/\rho = -d^2y/dx^2$, где y – вертикальные перемещения, и введя новую переменную:

$$v = A_1 J_2 y, \quad (4)$$

представим уравнение в виде:

$$\frac{d^2v}{dx^2} = -M + \alpha \left(\frac{d^2v}{dx^2} \right)^3, \quad (5)$$

$$\text{где } \alpha = \frac{A_3 J_4}{(A_1 J_2)^3}.$$

Как известно, уравнение равновесия элемента балки имеет вид:

$$\frac{d^2M}{dx^2} = -q(x), \quad (6)$$

где $q(x)$ – поперечная нагрузка.

Для определения изгибающих моментов и прогибов необходимо совместное решение дифференциальных уравнение (5) и (6) с учетом граничных условий.

Введя обозначения

$$\frac{dv}{dx} = \varphi; \quad \frac{d^2v}{dx^2} = \frac{d\varphi}{dx} = t, \quad (7)$$

$$\frac{dM}{dx} = \theta; \quad \frac{d^2M}{dx^2} = \frac{d\theta}{dx} = f, \quad (8)$$

представим уравнения (5) и (6) в следующем виде:

$$t = -M + \alpha t^3, \quad (9)$$

$$f = -q. \quad (10)$$

Для решения уравнения (9), нелинейного относительно t , используется метод последовательных приближений. В этом случае K -е приближение можно представить в виде:

$$t_{(K)} = -R_{(K)}, \quad (11)$$

$$\text{где } R_{(K)} = M_{(K)} + \gamma_{(K)}, \quad \gamma_{(K)} = \alpha R_{(K-1)}^3. \quad (12)$$

Следует отметить, что в качестве первого приближения берется линейное решение. Тогда $t_{(1)} = -M_{(1)}$ и $\gamma_{(1)} = 0$.

Совместные решения уравнений (10) и (11) для K -го приближения приводится с помощью МПА [10]. Пролет балки разбива-

ется на n элементов длиной δ (рис. 2 – расчетная схема балки под нагрузкой), в пределах которых распределенная нагрузка постоянна, а на их границах приложены вертикальные сосредоточенные силы Φ_i . Номер каждого элемента определяется номером правого узла.

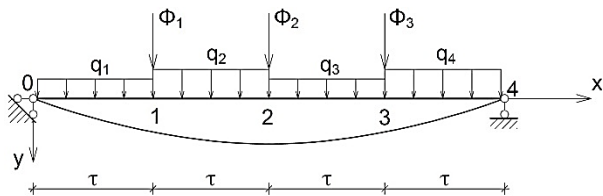


Рис. 2

Получим разрешающее уравнение МПА для уравнения (11), отбросив на время индекс "К". Рассмотрим отдельный элемент длиной τ со вспомогательными индексами, представленный на рис. 3 (расчетная схема балки под нагрузкой).

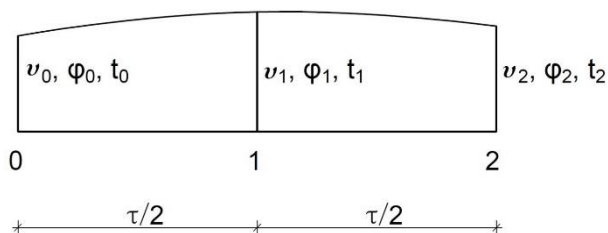


Рис. 3

В соответствии с МПА каждая функция в пределах элемента аппроксимируется кубической параболой, а ее производная – квадратной. Тогда $v(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$. Для определения a_i используются значения функций v_0, v_1, v_2 , а также ее производной φ_0 . Значения производной в точках 1 и 2 в этом случае будут равны:

$$\varphi_1 = -\frac{\varphi_0}{2} + \frac{2}{\tau} \left(-\frac{5}{4}v_0 + v_1 + \frac{1}{4}v_2 \right), \quad (13)$$

$$\varphi_2 = -\varphi_0 + \frac{2}{\tau} (2v_0 - 4v_1 + 2v_2).$$

Так как в соответствии с МПА функция φ также аппроксимируется кубической параболой, то значения $t = d\varphi/dx$ в точках 1 и 2 можно получить из (13) с заменой v на φ и φ на t . Подставив затем полученные выражения в (13), выразим t_i через v_i следующим образом:

$$t_1 = -\frac{t_0}{2} - \frac{2}{\tau} \varphi_0 + \frac{3}{\tau^2} (v_2 - v_0), \quad (14)$$

$$t_2 = t_0 - \frac{12}{\tau} \varphi_0 + \frac{12}{\tau} (3v_0 - 4v_1 - v_2).$$

Запишем уравнение (11) для точек 0, 1, 2. Тогда:

$$t_0 = -R_0, \quad t_1 = -R_1, \quad t_2 = -R_2. \quad (15)$$

Решив полученную с учетом (14), систему уравнений относительно φ_0 и v_1 , выразим эти величины через v_0 и v_2 следующим образом:

$$\varphi_0 = \frac{1}{\tau} (v_2 - v_0) + \frac{\tau}{6} (R_0 + 2R_1), \quad (16)$$

$$v_1 = \frac{1}{\tau} (v_2 + v_0) + \frac{\tau}{48} (R_0 + 4R_1 + R_2). \quad (17)$$

Подставив (16) и (17) в (13), получим:

$$\varphi_1 = \frac{1}{\tau} (v_2 - v_0) + \frac{\tau}{24} (R_2 - R_0), \quad (18)$$

$$\varphi_2 = \frac{1}{\tau} (v_2 - v_0) + \frac{\tau}{6} (2R_1 + R_2). \quad (19)$$

Рассмотрим два соседних элемента, представленных на рис. 4 (эпюры функций φ и Q для i -го и $(i+1)$ -го элементов).

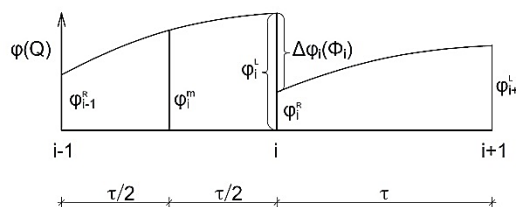


Рис. 4

Заменяем в полученных ранее формулах индексы – "0" на "(i-1)" и "2" на "i". Верхние индексы "R" и "L" здесь указывают на значение функции в узле справа и слева, а индекс "m" – в середине элемента.

При отсутствии сосредоточенных моментов и промежуточных шарниров

$$\varphi_{i(K)}^L = \frac{1}{\tau} (v_{i(K)} - v_{i-1(K)}) - \frac{\tau}{6} (M_{i-1(K)} + 2M_{i(K)} + \frac{\tau^2}{4} q_i + 2\gamma_{i(K)}^m + \gamma_{i(K)}), \quad (20)$$

$$\varphi_{i(K)}^R = \frac{1}{\tau} (v_{i+1(K)} - v_{i(K)}) + \frac{\tau}{6} (2M_{i(K)} + M_{i+1(K)} + \frac{\tau^2}{4} q_{i+1} + \gamma_{i(K)} + 2\gamma_{i+1(K)}^m). \quad (21)$$

В связи с одинаковой структурой уравнений (10) и (11) путем замены v на M , φ на Q , и R на q представим уравнения (19), (16) и (17) в следующем виде:

$$Q_{i(K)}^L = \frac{1}{\tau} (M_{i(K)} - M_{i-1(K)}) - \frac{\tau}{2} q_i, \quad (22)$$

$$Q_{i(K)}^R = \frac{1}{\tau} (M_{i+1(K)} - M_{i(K)}) + \frac{\tau}{2} q_{i+1}, \quad (23)$$

$$-M_{i-1(K)} + 2M_{i(K)} - M_{i+1(K)} = \tau q_i + \frac{\tau^2}{2} (q_i + q_{i+1}), \quad (25)$$

$$-v_{i-1(K)} + 2v_{i(K)} - v_{i+1(K)} = \frac{\tau^2}{6} \left[M_{i-1(K)} + 4M_{i(K)} + M_{i+1(K)} + \frac{\tau^2}{4} (q_i + q_{i+1}) + 2(\gamma_{i(K)}^m + \gamma_{i(K)} + \gamma_{i+1(K)}^m) \right]. \quad (26)$$

Уравнения (25) и (26) записываются для всех внутренних точек, что приводит к системе $2(n-1)$ уравнений. К основным уравнениям нужно добавить граничные условия, для составления которых можно использовать выражения (20)...(23).

ВЫВОДЫ

1. Таким образом, для решения нелинейного дифференциального уравнения, связывающего изгибающие моменты и перемещения, используется метод последовательных приближений. Применение МПА позволяет свести систему дифференциальных уравнений, описывающих напряженно деформированное состояние балки в каждом приближении, к системе алгебраических уравнений, для решения которой удобно использовать метод Зейделя. Следует

$M_{i(K)}^L = M_{i(K)}^R$ и $\varphi_{i(K)}^L = \varphi_{i(K)}^R$. Используя (19) и (16), в соответствии с новыми обозначениями, а также с учетом (12), представим выражения для $\varphi_{i(K)}^L$ и $\varphi_{i(K)}^R$ для каждого приближения в следующем виде:

$$M_{i(K)}^m = \frac{1}{2} (M_{i-1(K)} - M_{i(K)}) - \frac{\tau^2}{8} q_i. \quad (24)$$

Вычитая (23) из (22), с учетом того, что $Q_{i(K)}^L - Q_{i(K)}^R = \varphi_i$, и приравнявая (20) и (21), представим разрешающие уравнения для определения изгибающих моментов и прогибов в следующем виде:

отметить, что МПА дает более точное решение по сравнению с методом обобщенных конечных разностей [7] при меньшем числе элементов, на которые разбивается пролет балки.

2. Примером систем, для которых может быть использован представленный алгоритм расчета, могут быть балочные элементы строительных конструкций используемых в сооружениях текстильной промышленности. Работу, по нашему мнению, можно рассматривать как некоторый вклад в развитие методов расчета конструкций, выполненных из нелинейного упругого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарь Н.Г. Нелинейные автономные задачи механики упругих систем. – Киев: Будівельник, 1971.

2. *Безухов Н.И.* Основы теории упругости, пластичности и ползучести. – М.: Высшая школа, 1968.
3. *Лукаш П.А.* Основы нелинейной строительной механики. – М.: Стройиздат, 1978.
4. *Цурпал И.А.* Расчет элементов конструкций из нелинейно упругих материалов. – Киев: Техника, 1976.
5. *Петров В.В., Кривошеин И.В.* Методы расчета конструкций из нелинейно-деформируемого материала. – М.: Изд-во АВС, 2009.
6. *Тамразян А.Г., Фаликман В.Р.* Основные требования к проектированию железобетонных конструкций по модельному кодексу ФИБ // Строительство и реконструкция. – 2016, № 3 (65). С. 71...77.
7. *Тамразян А.Г., Ковальчук О.А.* Матрица влияния модели суперэлемента прямого стержня с поперечными трещинами на динамическое состояние упругих и линейно-вязкоупругих тел // Вестник НИЦ Строительство. – 2011, № 3-4. С. 120...130.
8. *Тамразян А.Г.* Особенности работы высотных зданий // Жилищное строительство. – 2004, № 3. С.19...20.
9. *Тамразян А.Г.* Особенности расчета изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного сечения согласно EC2 // Бетон и железобетон. – 2012, № 1. С. 19.
10. *Габбасов Р.Ф.* К расчету стержней и стержневых систем методом последовательных аппроксимаций // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1980, №4. С. 30...35.
11. *Габбасов Р.Ф., Габбасов А.Р., Филатов В.В.* Численное построение разрывных решений задач строительной механики. – М.: Изд-во АСВ, 2008.
12. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике. – М.: Наука, 1984.
1. Bondar' N.G. Nelineynye avtonomnye zadachi mekhaniki uprugikh sistem. – Kiev: Budivel'nik, 1971.
2. Bezukhov N.I. Osnovy teorii uprugosti, plasticnosti i polzuchesti. – M.: Vysshaya shkola, 1968.
3. Lukash P.A. Osnovy nelineynoy stroitel'noy mekhaniki. – M.: Stroyizdat, 1978.
4. Tsurpal I.A. Raschet elementov konstruksiy iz nelineyno uprugikh materialov. – Kiev: Tekhnika, 1976.
5. Petrov V.V., Krivoshein I.V. Metody rascheta konstruksiy iz nelineyno-deformiruемого материала. – M.: Izd-vo AVS, 2009.
6. Tamrazyan A.G., Falikman V.R. Osnovnye trebovaniya k proektirovaniyu zhelezobetonnykh konstruksiy po model'nomu kodeksu FIB // Stroitel'stvo i rekonstruktsiya. – 2016, № 3 (65). S. 71...77.
7. Tamrazyan A.G., Koval'chuk O.A. Matritsa vliyaniya modeli superelementa pryamogo sterzhnya s poperechnymi treshchinami na dinamicheskoe sostoyanie uprugikh i lineyno-vyazkouprugikh tel // Vestnik NIT'stvo. – 2011, № 3-4. S. 120...130.
8. Tamrazyan A.G. Osobennosti raboty vysotnykh zdaniy // Zhilishchnoe stroitel'stvo. – 2004, № 3. S.19...20.
9. Tamrazyan A.G. Osobennosti rascheta izgibaemykh zhelezobetonnykh elementov pryamougol'nogo secheniya soglasno EC2 // Beton i zhelezobeton. – 2012, № 1. S. 19.
10. Gabbasov R.F. K raschetu sterzhney i sterzhnevnykh sistem metodom posledovatel'nykh approksimatsiy // Izv. vuzov. Stroitel'stvo i arkhitektura. – 1980, №4. S. 30...35.
11. Gabbasov R.F., Gabbasov A.R., Filatov V.V. Chislennoe postroenie razryvnykh resheniy zadach stroitel'noy mekhaniki. – M.: Izd-vo ASV, 2008.
12. Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike. – M.: Nauka, 1984.

Рекомендована кафедрой железобетонных и каменных конструкций. Поступила 28.09.19.

УДК 539.434:677.494

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ
ДЕФОРМАЦИОННО-РЕЛАКСАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПАРАШЮТОСТРОЕНИЯ***

**COMPUTER MODELING AND QUALITATIVE ANALYSIS
OF THE DEFORMATION-RELAXATION PROPERTIES
OF POLYMERIC MATERIALS FOR PARACHUTING**

*А.Г. МАКАРОВ, В.В. МАКСИМОВ, А.С. КОНОВАЛОВ,
А.А. КОЗЛОВ, В.И. ВАГНЕР, Е.К. ВАСИЛЬЕВА*

*A.G. MAKAROV, V.V. MAKSIMOV, A.S. KONOVALOV,
A.A. KOZLOV, V.I. WAGNER, E.K. VASILEVA*

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
Концерн "ОКЕАНПРИБОР",
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения)

(Saint Petersburg State University of Industrial Technology and Design,
Concern "OCEANPRIBOR",
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation)

E-mail: makvin@mail.ru; wmaximov@mail.ru; a_konovlov@crynet.ru; aakozlov92@mail.ru; wagnerv@mail.ru;
vasilevaelizaveta2@gmail.com

В основе разрабатываемых методов компьютерного моделирования и качественного анализа деформационно-релаксационных свойств полимерных материалов для парашютостроения лежит математическое моделирование и системный анализ вязкоупругих процессов полимеров. Решение задачи качественного анализа деформационно-релаксационных свойств полимерных материалов для парашютостроения позволит улучшить эксплуатационные характеристики отечественных парашютных систем, повысить их безопасность и функциональность.

The developed methods of computer modeling and a qualitative analysis of the deformation-relaxation properties of polymer materials for parachuting are based on mathematical modeling and system analysis of viscoelastic polymer processes. The solution of the problem of a qualitative analysis of the deformation-relaxation properties of polymer materials for parachuting will improve the operational characteristics of domestic parachute systems, increase their safety and functionality.

* Работа финансировалась в рамках выполнения гранта Российского фонда фундаментальных исследований. Проект № 18-31-00186.

Ключевые слова: парашютостроение, деформационно-релаксационные процессы, компьютерное моделирование, качественный анализ, полимерные материалы.

Keywords: parachuting, deformation-relaxation processes, computer modeling, qualitative analysis, polymeric materials.

Одной из основных частей парашютных систем являются парашютные стропы. Они представляют собой текстильные изделия в виде плетеных шнуров и тканых лент, изготовленных из полимерных нитей, различного компонентного состава, различной плотности и различной структуры. Парашюты применяются не только для спуска людей и техники, но и для торможения самолетов при посадке, космических приземляемых аппаратов и др. Поэтому задача исследования их эксплуатационных характеристик и повышения надежности парашютных систем является актуальной.

Для оценки качественных характеристик эксплуатационных свойств парашютных строп необходим всесторонний системный анализ, который может быть проведен на основе применения инновационных компьютерных технологий – начиная со стадии проведения эксперимента и обработки экспериментальных данных и заканчивая анализом компьютерных расчетов и подведения итогов исследования.

Исучаемые деформационные свойства парашютных строп могут существенным образом зависеть от таких факторов, как влияние изменения температуры, влажности, других погодных условий, а также чередования величин и длительностей механических нагрузок. Влияние этих факторов зачастую осуществляется на протяжении кратковременных процессов, так как спускаемый на парашюте объект за достаточно малый промежуток времени проходит разные температурные и атмосферные слои. Кроме того, парашютные стропы в процессе эксплуатации подвергаются значительным нагрузкам в течение малых времен. При этом, в целях обеспечения безопасности, целесообразно ограничить максимальную эксплуатационную нагрузку значением в 30% от разрывного усилия [1...4].

Большое разнообразие современных полимерных материалов для изготовления парашютных строп так же, как и разработка новых типов парашютных систем, дает импульс к поиску новых и совершенствованию известных методов математического моделирования их деформационно-релаксационных свойств, так как все это способствует повышению достоверности прогнозирования деформационно-релаксационных процессов, что, в свою очередь, способствует повышению надежности парашютов и улучшению их качественных эксплуатационных характеристик [5...8].

Основными задачами предлагаемого исследования являются:

- разработка методов математического моделирования деформационно-релаксационных свойств полимерных парашютных строп;
- разработка компьютерных алгоритмов и программ для ЭВМ по прогнозированию деформационно-релаксационных свойств полимерных парашютных строп;
- качественная оценка деформационно-релаксационных свойств полимерных парашютных строп;
- сравнительный анализ и технологический отбор полимерных парашютных строп, обладающих наилучшими эксплуатационными и функциональными характеристиками.

В качестве образцов материалов для парашютостроения исследовались парашютные стропы, изготовленные из полимерных нитей: капрон (ООО НПП «Текстор», Казань), кевлар (OPALE PARAMODELS, Франция), микролайн (Honeywell, США), дайнема (DSM, Нидерланды), технора (LIROS, Германия), дакрон (TEXLON, США).

На стадии предварительного изучения деформационно-релаксационных свойств изучаемых парашютных строп и образующих

их полимерных нитей проводилось математическое моделирование релаксации напряжения и ползучести указанных материалов на основе математических моделей релаксации [9...11]:

$$E_t = E_0 - (E_0 - E_\infty)\varphi_t \quad (1)$$

$$\varphi_t = \left(1 + \left(\frac{t}{\tau}\right)^A\right)^{-1} = \left(1 + \exp\left(-A \ln \frac{t}{\tau}\right)\right)^{-1} = \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{th}\left(\frac{A}{2} \ln \frac{t}{\tau}\right)\right). \quad (3)$$

Параметрами модели (1) при описании модуля релаксации

$$E_t = \sigma_t / \varepsilon \quad (4)$$

являются два его асимптотических значения:

$$E_0 = \lim_{t \rightarrow 0} E_t, \quad E_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} E_t, \quad (5)$$

функция времен релаксации $\tau = \tau_\varepsilon$ и характеристика интенсивности релаксации $A = A_\varepsilon$.

Аналогично параметрами модели (2) при описании податливости

$$D_t = \varepsilon_t / \sigma \quad (6)$$

являются два ее асимптотических значения:

$$D_0 = \lim_{t \rightarrow 0} D_t, \quad D_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} D_t, \quad (7)$$

функция времен запаздывания $\tau = \tau_\sigma$ и характеристика интенсивности ползучести $A = A_\sigma$.

Здесь ε – деформация; σ – напряжение; t – время.

Для удобства практического использования математические модели (1) и (2) были упрощены за счет перехода от функций времен релаксации и времен запаздывания к их средним значениям в виде соответствующих констант, определяющих среднее релаксационное время [12...14]:

$$\bar{\tau}_\varepsilon = (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)^{-1} \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \tau_\varepsilon d\varepsilon \quad (8)$$

и ползучести

$$D_t = D_0 + (D_\infty - D_0)\varphi_t \quad (2)$$

с нормированной дробно-степенной функцией φ_t , которая может быть представлена в виде гиперболического тангенса (ГТ):

и среднее время запаздывания

$$\bar{\tau}_\sigma = \sigma_0 / (\sigma_2 - \sigma_1) \int_{\sigma_1/\sigma_0}^{\sigma_2/\sigma_0} \tau_\sigma d\frac{\sigma}{\sigma_0}. \quad (9)$$

Здесь ε_1 и σ_1 – наименьшие значения деформации и напряжения из соответствующих интервалов исследуемых деформаций и напряжений; ε_2 и σ_2 – наибольшие значения из соответствующих интервалов исследуемых деформаций и напряжений; σ_0 – нормирующая константа.

Такое упрощение математических моделей релаксации и ползучести является оправданным, так как нас интересуют прежде всего качественные характеристики эксплуатационных свойств парашютных строп и образующих их полимерных нитей. Вместе с тем, указанная модификация математических моделей (1) и (2) существенно упрощает их практическое применение [15...18].

Выбор в качестве основы математических моделей релаксации и ползучести парашютных строп и образующих их полимерных нитей функции ГТ не случаен, так как вероятностное распределение, задаваемое этой функцией является достаточно близким по своим свойствам к нормальному распределению, но, вместе с тем, функция ГТ – элементарная функция, что нельзя сказать об интегральной функции нормального распределения. Все это заметно упрощает аналитические преобразования с математическими моделями (1) и (2).

Предложенные для математического моделирования релаксации и ползучести полимерных строп и образующих их нитей

модифицированные модели (1) и (2) являются инструментом как для прогнозирования деформационно-релаксационных процессов указанных материалов, так и для построения методик качественной оценки их эксплуатационных характеристик.

Расчетное прогнозирование релаксационных и деформационно-релаксационных процессов полимерных парашютных строп проводилось на основе определяющих интегральных уравнений Больцмана-Вольтера [19...23]:

$$\sigma_t = E_o \varepsilon_t - (E_o - E_\infty) \int_0^t \varepsilon_\theta \varphi'_{\varepsilon; t-\theta} d\theta, \quad (10)$$

$$\varepsilon_t = D_o \sigma_t + (D_\infty - D_o) \int_0^t \sigma_\theta \varphi'_{\sigma; t-\theta} d\theta, \quad (11)$$

где ядро релаксации $\varphi'_{\varepsilon t}$ и ядро ползучести $\varphi'_{\sigma t}$ выбираются на основе модифицированных во второй главе математических моделей релаксации и ползучести [24...27]:

$$\varphi'_{\varepsilon t} = \frac{\partial \varphi_{\varepsilon t}}{\partial t} = \frac{A_\varepsilon}{4} \frac{1}{\text{ch}^2(W_{\varepsilon t})} \frac{1}{t} = \frac{A_\varepsilon}{4} (1 - \text{th}^2(W_{\varepsilon t})) \frac{1}{t} = A_\varepsilon \varphi_{\varepsilon t} (1 - \varphi_{\varepsilon t}) \frac{1}{t}, \quad (12)$$

$$\varphi'_{\sigma t} = \frac{\partial \varphi_{\sigma t}}{\partial t} = \frac{A_\sigma}{4} \frac{1}{\text{ch}^2(W_{\sigma t})} \frac{1}{t} = \frac{A_\sigma}{4} (1 - \text{th}^2(W_{\sigma t})) \frac{1}{t} = A_\sigma \varphi_{\sigma t} (1 - \varphi_{\sigma t}) \frac{1}{t}, \quad (13)$$

где аргументы-функционалы $W_{\varepsilon t}$ и $W_{\sigma t}$ имеют вид:

$$W_{\varepsilon t} = \frac{A_\varepsilon}{2} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} = \frac{A_\varepsilon}{2} \left(\ln \left(\frac{t}{t_1} \right) + \ln \left(\frac{t_1}{\tau_\varepsilon} \right) \right), \quad (14)$$

$$W_{\sigma t} = \frac{A_\sigma}{2} \ln \frac{t}{\tau_\sigma} = \frac{A_\sigma}{2} \left(\ln \left(\frac{t}{t_1} \right) + \ln \left(\frac{t_1}{\tau_\sigma} \right) \right). \quad (15)$$

Еще одним преимуществом использования функции (3) для математического моделирования релаксации и ползучести состоит в том, что производные от нее рекуррентным образом выражаются через саму эту функцию, что существенно упрощает аналитические преобразования [28...31].

Расчетное прогнозирование релаксационных и деформационно-релаксационных процессов изучаемых материалов позволяет в динамике оценить функциональные и эксплуатационные свойства полимерных парашютных строп.

Разработанные математические модели релаксационных и деформационно-релаксационных свойств полимерных парашютных строп целесообразно использовать на стадии их проектирования с целью повышения надежности и расширения функциональной применимости парашютов [32...37].

Разработанные компьютерные алгоритмы и программы для ЭВМ по прогнозированию деформационно-релаксационных свойств

полимерных парашютных строп служат основой для практического внедрения компьютерных технологий в процесс их проектирования.

Разработанная методика качественной оценки деформационно-релаксационных свойств полимерных материалов позволяет выявить наиболее перспективные материалы для изготовления парашютных строп и провести их сравнительный анализ [38...42].

ВЫОДЫ

1. Параметры разработанных математических моделей релаксации и ползучести полимерных парашютных строп позволяют оценивать деформационные свойства указанных материалов.

2. Разработанные на основе математического моделирования релаксации и ползучести полимерных парашютных строп компьютерные алгоритмы и программы для ЭВМ целесообразно применять на стадиях проектирования и исследования деформационно-релаксационных свойств указанных материалов.

3. На основе математического моделирования релаксации и ползучести полимерных парашютных строп разработана методика качественной оценки деформационно-релаксационных свойств полимерных парашютных строп.

4. Разработанные компьютерные алгоритмы и программы для ЭВМ по прогнозированию деформационно-релаксационных свойств парашютных строп являются инструментом для проведения сравнительного анализа эксплуатационных возможностей указанных материалов и осуществления целенаправленного отбора наилучших образцов из указанных материалов.

5. Разработанные компьютерные алгоритмы и программы для ЭВМ по прогнозированию деформационно-релаксационных свойств полимерных парашютных строп служат основой для практического внедрения компьютерных технологий в процесс их проектирования.

6. Разработанная методика качественной оценки деформационно-релаксационных свойств полимерных материалов позволяет выявить наиболее перспективные материалы для изготовления парашютных строп и провести их сравнительный анализ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров А.Г. Контроль параметров нелинейно-наследственных ядер релаксации и запаздывания синтетических нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 2. С.12...16.

2. Сталевич А.М., Макаров А.Г. Вариант спектра наследственно-вязкоупругой релаксации синтетических нитей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 3. С. 8...13.

3. Макаров А.Г., Сталевич А.М. Вариант прогнозирования процессов деформирования синтетических нитей // Химические волокна. – 2001, № 4. С.67...69.

4. Макаров А.Г., Сталевич А.М. Методы уточнения и контроля прогнозируемых состояний синтетических материалов // Химические волокна. – 2001, № 5. С. 58...61.

5. Сталевич А.М., Макаров А.Г. Определение вязкоупругих характеристик на примере полиакрилонитрильной нити // Химические волокна. – 2001, № 6. С. 68...70.

6. Макаров А.Г., Сталевич А.М. Вариант спектров релаксации и запаздывания у аморфно-кристаллических синтетических нитей // Химические волокна. – 2002, № 3. С. 52...55.

7. 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.

8. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Методы компьютерного анализа вязкоупругости тех-

нических тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 3. С. 13...17.

9. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Компьютерное исследование вязкоупругости полимерных материалов // Химические волокна. – 2006, № 5. С. 38...43.

10. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Оптимизация выбора модели вязкоупругости синтетических нитей // Химические волокна. – 2006, № 6. С. 47...51.

11. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Критерии оптимального выбора математической модели вязкоупругости текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 5. С. 18 ...22.

12. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Компьютерное прогнозирование деформационно-релаксационных процессов текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 2. С. 14...18.

13. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Системный анализ вязкоупругости текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 1. С. 15...19.

15. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Системный анализ вязкоупругости полиэфирных нитей // Химические волокна. – 2007, № 1. С. 62...65.

16. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Вариант математического моделирования деформационно-релаксационных процессов синтетических нитей // Химические волокна. – 2007, № 6. С. 49...52.

17. Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М. Вариант прогнозирования нелинейно-наследственной вязкоупругости полимеров // Прикладная механика и техническая физика. – 2007. Т. 48, №5. С.147...157.

18. Макаров А.Г., Демидов А.В., Сталевич А.М. Вариант моделирования нелинейно-наследственной вязкоупругости полимерных материалов // Механика твердого тела. – 2009, № 1. С. 155...165.

19. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Демидов А.В., Вагнер В.И. Спектральный анализ релаксационных свойств полимерных нитей аморфно-кристаллического строения // Химические волокна. – 2013, № 5. С. 44...47.

20. Головина В.В., Рымкевич П.П., Макаров А.Г., Романова А.А. Прогнозирование деформационно-релаксационных и релаксационных процессов в одноосно ориентированных полимерных материалах // Химические волокна. – 2013, № 6. С. 33...40.

21. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Вагнер В.И., Васильева Е.К. Разработка методики проведения сравнительного анализа деформационно-релаксационных и релаксационных свойств арамидных нитей и текстильных материалов на их основе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 5. С. 48...58.

22. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А., Егоров И.М. Разработка методов математического моделирования процессов релаксации и ползучести полимерных нитей на основе их спектраль-

ной интерпретации // Химические волокна. – 2017, № 1. С. 69...73.

23. Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А., Егоров И.М. Разработка критериев достоверности прогнозирования деформационно-релаксационных и релаксационных процессов полимерных материалов // Химические волокна. – 2017, № 2. С.59...63.

24. Демидов А.В., Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А. Варианты математического моделирования и системного анализа механической релаксации и ползучести полимерных материалов // Химические волокна. – 2017, № 4. С. 46...51.

REFERENCES

1. Makarov A.G. Kontrol' parametrov nelineynonasledstvennykh yader relaksatsii i zapazdyvaniya sinteticheskikh nitey // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2000, № 2. S.12...16.

2. Stalevich A.M., Makarov A.G. Variant spektra nasledstvenno-vyazkoupругoy relaksatsii sinteticheskikh nitey // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2000, № 3. S. 8...13.

3. Makarov A.G., Stalevich A.M. Variant prognozirovaniya protsessov deformirovaniya sinteticheskikh nitey // *Khimicheskie volokna.* – 2001, № 4. S. 67...69.

4. Makarov A.G., Stalevich A.M. Metody utochneniya i kontrolya prognoziruemyykh sostoyaniy sinteticheskikh materialov // *Khimicheskie volokna.* – 2001, №5. S. 58...61.

5. Stalevich A.M., Makarov A.G. Opredelenie vyazkoupругikh kharakteristik na primere poliakrilonitril'noy niti // *Khimicheskie volokna.* – 2001, №6. S.68...70.

6. Makarov A.G., Stalevich A.M. Variant spektrov relaksatsii i zapazdyvaniya u amorfno-kristallicheskikh sinteticheskikh nitey // *Khimicheskie volokna.* – 2002, № 3. S. 52...55.

7. Makarov A.G., Stalevich A.M. Prognozirovanie vosstanovitel'nogo deformatsionnogo protsessa i obratnoy relaksatsii polimernykh materialov // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2002, № 3. S. 10...13.

8. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Metody komp'yuternogo analiza vyazkoupругosti tekhnicheskikh tkaney // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2006, № 3. S. 13...17.

9. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Komp'yuternoe issledovanie vyazkoupругosti polimernykh materialov // *Khimicheskie volokna.* – 2006, № 5. S. 38...43.

10. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Optimizatsiya vybora modeli vyazkoupругosti sinteticheskikh nitey // *Khimicheskie volokna.* – 2006, № 6. S. 47...51.

11. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Kriterii optimal'nogo vybora matematicheskoy modeli vyazkoupругosti tekstil'nykh materialov // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2006, № 5. S. 18 ...22.

12. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Komp'yuternoe prognozirovanie deformatsionno-relaksatsionnykh protsessov tekstil'nykh materialov // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2007, № 2. S. 14...18.

13. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Sistemnyy analiz vyazkoupругosti tekstil'nykh materialov // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2007, № 1. S. 15...19.

15. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Sistemnyy analiz vyazkoupругosti poliefirnykh nitey // *Khimicheskie volokna.* – 2007, № 1. S. 62...65.

16. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Variant matematicheskogo modelirovaniya deformatsionno-relaksatsionnykh protsessov sinteticheskikh nitey // *Khimicheskie volokna.* – 2007, № 6. S. 49...52.

17. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Variant prognozirovaniya nelineynonasledstvennoy vyazkoupругosti polimerov // *Prikladnaya mekhanika i tekhnicheskaya fizika.* – 2007. T. 48, №5. S. 147...157.

18. Makarov A.G., Demidov A.V., Stalevich A.M. Variant modelirovaniya nelineynonasledstvennoy vyazkoupругosti polimernykh materialov // *Mekhanika tverdogo tela.* – 2009, № 1. S. 155...165.

19. Makarov A.G., Pereborova N.V., Demidov A.V., Vagner V.I. Spektral'nyy analiz relaksatsionnykh svoystv polimernykh nitey amorfno-kristallicheskogo stroeniya // *Khimicheskie volokna.* – 2013, № 5. S. 44...47.

20. Golovina V.V., Rymkevich P.P., Makarov A.G., Romanova A.A. Prognozirovanie deformatsionno-relaksatsionnykh i relaksatsionnykh protsessov v odnoosno orientirovannykh polimernykh materialakh // *Khimicheskie volokna.* – 2013, № 6. S. 33...40.

21. Makarov A.G., Pereborova N.V., Vagner V.I., Vasil'eva E.K. Razrabotka metodiki provedeniya sravnitel'nogo analiza deformatsionno-relaksatsionnykh i relaksatsionnykh svoystv aramidnykh nitey i tekstil'nykh materialov na ikh osnove // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2015, №5. S.48...58.

22. Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A., Egorov I.M. Razrabotka metodov matematicheskogo modelirovaniya protsessov relaksatsii i polzuchesti polimernykh nitey na osnove ikh spektral'noy interpretatsii // *Khimicheskie volokna.* – 2017, №1. S.69...73.

23. Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A., Egorov I.M. Razrabotka kriteriev dostovernosti prognozirovaniya deformatsionno-relaksatsionnykh i relaksatsionnykh protsessov polimernykh materialov // *Khimicheskie volokna.* – 2017, № 2. S. 59...63.

24. Demidov A.V., Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A. Varianty matematicheskogo modelirovaniya i sistemnogo analiza mekhanicheskoy relaksatsii i polzuchesti polimernykh materialov // *Khimicheskie volokna.* – 2017, № 4. S. 46...51.

Рекомендована кафедрой интеллектуальных систем и защиты информации СПбГУПТД. Поступила 11.02.19.

УДК 677.029

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ В ПРЕПРЕГЕ

DISTRIBUTION OF PHENOLFORMALDEHYDE RESIN IN PREPREG

И.В. САПОЖНИКОВ, А.М. ИБРАГИМОВ, Н.В. СКУРАТОВ, Д.А. САМОЙЛЕНКО, Г.Г. СОКОВА

I.V. SAPOZHNIKOV, A.M. IBRAGIMOV, N.V. SKURATOV, D.A. SAMOYLENKO, G.G. SOKOVA

(Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Московский государственный строительный университет,
Костромской государственный университет)

(Moscow State Technical University named after N.E. Bauman,
Moscow State University of Civil Engineering (MGSU),
Kostroma State University)

E-mail: gosha@mgul.ac.ru; igasu_alex@mail.ru; skuratov@mgul.ac.ru;
samoilenko@mgul.ac.ru; sokoffg@mail.ru

Рассмотрены неразрушающие методы определения пространственного распределения фенолформальдегидной смолы по толщине препрега, полученного при пропитке многослойной прошитой кремнеземной ткани бакелитовым лаком ЛБС-4. Методы основаны на поглощении рентгеновских лучей различной длины волны. Представлены расчеты пространственного распределения плотности и распределения фенолформальдегидной смолы по толщине препрега.

Non-destructive methods for determining the spatial distribution of phenol-formaldehyde resin over the thickness of the prepreg obtained by impregnating a multilayered sewn silica fabric with LBS-4 bakelite lacquer are considered. The methods are based on the absorption of X-rays of different wavelengths. Calculations of spatial distribution of the density and distribution of phenol-formaldehyde resin over prepreg thickness are presented.

Ключевые слова: препрег, пропитка, рентгеноскопия, кремнеземная ткань, фенолформальдегидная смола, бакелитовый лак.

Keywords: prepreg, impregnation, fluoroscopy, silica fabric, phenolformaldehyde resin, bakelite lacquer.

Существующая в настоящее время технология изготовления препрега, состоящего из многослойного тканевого кремнеземного полотна и фенолформальдегидной смо-

лы (ФФС), осуществляется методом погружения в ванну с бакелитовым лаком ЛБС-4. Процедура эта длительная и протекает иногда до шести недель, поскольку по техноло-

гическим условиям требуется заполнить вязким лаком все поры и пустоты между нитями и волокнами. Многократная вакуумная импрегнация с последующей вакуумной сушкой [5...7] позволяет завершить пропитку лаком кремнеземных полотен в течение суток с высоким конечным содержанием ФФС в препреге. Сомнение вызывает лишь равномерность пропитки полотна как по площади его поверхности, так и по толщине.

Оценку однородности пространственного распределения ФФС в препреге можно осуществить как прямыми, так и косвенными методами. К прямым относится весовой метод, когда из пропитанного лаком и высушенного полотна вырезают образцы, из которых затем согласно принятой методике выжигают полимер при температуре 500...550°C и взвешивают [1]. Для оценки распределения ФФС по толщине препрега образцы распускают на отдельные слои (6...12 слоев), состоящие из кремнеземной ткани. Весовой метод является разрушающим и при разделении высушенного образца по слоям ткани из-за хрупкости полимера часть ФФС теряется. В результате этого возникают погрешности, которые приходится исправлять дополнительным набором экспериментов и статистикой. К косвенным методам относятся методы, основанные, например, на поглощении электромагнитного излучения – рентгеноскопия.

Массовые коэффициенты поглощения рентгеновских лучей для всех веществ в широком диапазоне длин волн известны [2]. Используя закон аддитивности, можно рассчитать массовый коэффициент поглощения для любого сложного химического соединения, а затем, зная массовые доли этих соединений, рассчитать коэффициенты поглощения для их смесей. Аналогично можно решать и обратную задачу. Для конкретной длины волны рентгеновского излучения по известным коэффициентам поглощения отдельных химических соединений можно определить массовую долю этих соединений. Коллимационная система современных рентгеновских установок позволяет сформировать достаточно узкий луч с размерами 1×1 мм². Следова-

тельно, просвечивая образец в разных направлениях, можно определить массовые доли компонентов препрега в локальных точках.

Для этих целей могут быть успешно использованы имеющиеся во многих аналитических лабораториях дифрактометры общего назначения типа ДРОН. На рис. 1 представлена схема такого измерительного стенда, собранного на базе дифрактометра ДРОН-3, для определения пространственного распределения ФФС в препреге из кремнеземного полотна.

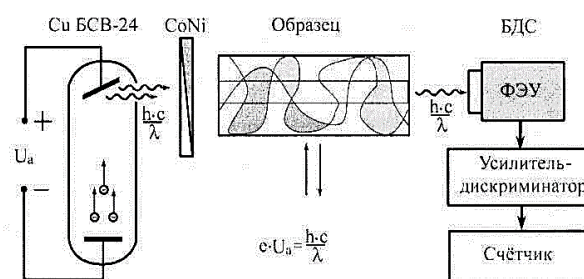


Рис. 1

Источником излучения служила рентгеновская трубка БCB-24 с медным анодом, а система регистрации излучения состояла из сцинтилляционного детектора на основе кристалла NaJ, фотоэлектронного умножителя ФЭУ-86, усилителя-дискриминатора и счетчика импульсов. Детектор преобразует рентгеновские кванты в электрические импульсы таким образом, что из квантов с большей энергией, а значит и с меньшей длиной волны, получаются импульсы большей амплитуды. Это позволяет распределять рентгеновское излучение по длине волны и проводить спектральный анализ поглощенного излучения. Согласованный Co-Ni-фильтр выделяет из общего спектра рентгеновской трубки медное характеристическое излучение CuK_{α} с длиной волны $\lambda=0,154$ нм. Ширину окна усилителя-дискриминатора ΔN в отличие от Co-Ni-фильтра можно настраивать на любое положение спектра рентгеновской трубки, выделяя только те кванты излучения, которые соответствуют требуемой длине волны. На рис. 2 представлен спектр интенсивности рентгеновского излучения медной трубки БCB-24.

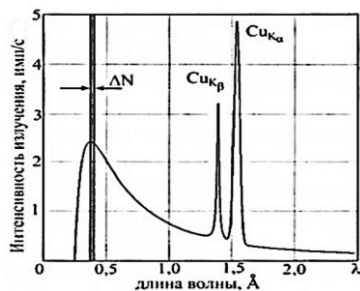


Рис. 2

Образец помещается между системой коллимации рентгеновского излучения, стоящего сразу после трубки, и детектором в устройство, обеспечивающее горизонтальное перемещение перпендикулярно лучу.

При прохождении сквозь образец поглощение рентгеновского излучения подчиняется закону Бугера-Ламберта [3]:

$$I_{\lambda}(x) = I_{0\lambda} \exp(-\mu_{\lambda} x), \quad (1)$$

где $I_{\lambda}(x)$ – интенсивность прошедшего через образец излучения, имп/с; $I_{0\lambda}$ – интенсивность падающего на образец излучения, имп/с; μ_{λ} – линейный коэффициент поглощения, см^{-1} :

Поскольку линейный коэффициент поглощения зависит от плотности вещества,

$$\begin{cases} g_k(x) \frac{\mu_{\lambda}^k}{\rho_k} + g_f(x) \frac{\mu_{\lambda}^f}{\rho_f} + g_s(x) \frac{\mu_{\lambda}^s}{\rho_s} = \frac{1}{\rho x} \ln \left(\frac{I_{0\lambda}}{I_{\lambda}(x)} \right), \\ g_k(x) + g_f(x) + g_s(x) = 1, \quad \lambda = \lambda_1, \lambda_2, \end{cases} \quad (3)$$

где g_k, g_s, g_f – массовые доли кремнеземной ткани, растворителя (этиловый спирт) и фенолформальдегидной смолы, 1; ρ_k, ρ_s, ρ_f – плотности кремнеземной ткани, растворителя (этиловый спирт) и фенолформальдегидной смолы, г/см^3 ; ρ – плотность образца, г/см^3 .

Первая длина волны рентгеновского излучения для трубки с медным анодом, естественно, выбирается CuK_{α} $\lambda_1 = 0,154$ нм, поскольку для нее имеется согласованный Co-Ni фильтр. Для оптимального соотношения энергии характеристического и тормозного излучения рекомендуется выбирать напряжение на трубке в 3...5 раз больше напряжения возбуждения характеристического излучения. Для медного анода это напряже-

ние составляет 8,86 кВ. Тогда напряжение на трубке должно быть соответственно ~ 45 кВ. Максимум спектральной интенсивности тормозного излучения приходится на $\lambda = 2\lambda_{\min} = 0,0551$ нм. Эта длина волны и была выбрана для измерений.

Для определения массовых коэффициентов поглощения кремнеземной ткани, бакелитового лака ЛБС-4 в исходном и высушенном состоянии, воды и этилового спирта были проведены предварительные исследования для выбранных двух длин волн. Летучие компоненты удалялись из лака при сушке медленно, не допуская процесса кипения и образования пузырьков. Для этого лак сначала сушили естественной конвек-

то в расчетах используют массовый коэффициент поглощения. Для смеси веществ массовый коэффициент ослабления при известных массовых коэффициентах ослабления компонентов и их соответствующей массовой доле определяется по формуле:

$$\mu_{\lambda}^m = \frac{\mu_{\lambda}}{\rho} = \sum_{i=1}^n g_i \frac{\mu_i}{\rho_i} = \frac{1}{\rho x} \ln \left(\frac{I_{0\lambda}}{I_{\lambda}(x)} \right), \quad (2)$$

где ρ и ρ_i – плотности смеси и компонентов соответственно, кг/м^3 ; g_i – массовые доли компонентов, 1.

Пропитанное лаком ЛБС-4 многослойное кремнеземное полотно можно условно разбить на три компоненты: кремнеземная ткань, фенолформальдегидная смола и растворитель (этиловый спирт). Для оценки их пространственного распределения нужно знать массовые коэффициенты поглощения для двух длин волн рентгеновского излучения. Тогда, смещая узкий рентгеновский луч по координате Ox , регистрируя одновременно интенсивность падающего и проходящего излучения, из решения системы уравнений можно определить локальные значения массовой доли для каждого компонента:

цией при температуре 50°C в течение двух суток, затем два часа при температуре 100°C. Результаты этих исследований пред-

ставлены в табл. 1 (массовые коэффициенты поглощения рентгеновских лучей).

Т а б л и ц а 1

Длина волны, нм	Массовый коэффициент поглощения для веществ. см ² /г				
	вода	спирт	ткань КТК	ЛБС-4	ФФС
0,154	9,9	6,13	35,3	5,52	5,02
0,0551	0,61	0,46	1,68	0,42	0,4

Экспериментальная оценка пространственного распределения ФФС осуществлялась на образцах, вырезанных из препрега, полученного методом вакуумной импрегнации бакелитовым лаком ЛБС-4 многослойного полотна [5], сшитого из 12 слоев кремнеземной ткани. Заготовки полотна с размерами 500×500×10 мм³ помещались в экспериментальный стенд [5], где в соответствии с технологией [6] осуществлялась пропитка и сушка заготовки. Первая заготовка подвергалась пропитке-сушке один цикл, вторая – три цикла. Для оценки однородности распределения ФФС в препреге из каждой заготовки вырезалось по 9 образцов с размерами 20×20×10 мм³: четыре по углам и пять в центре. По четырем угловым и четырем центральным образцам весовым способом оценивалась однородность распределения ФФС по поверхности заготовки. Для заготовки с одним циклом пропитки-сушки среднее значение массовой доли ФФС составляло 31,5%, а для заготовки с тремя циклами – 36,8%.

Для оценки послойного распределения ФФС по толщине препрега последний – девятый образец каждой заготовки помещался в координатное устройство так, чтобы сформированный коллимационной системой рентгеновский луч проходил расстояние 20 мм. Ширина луча составляла 0,05 мм, высота 4 мм. Перемещение образца перпендикулярно лучу осуществлялось микрометрическим винтом с шагом фиксации 0,25 мм. После проведения рентгеновских исследований образцы разрушались на 5 слоев (но 2 слоя ткани) и определялись массовые концентрации ФФС весовым способом. На рис. 3 представлены сравнительные результаты исследований послойного содержания ФФС в двух образцах препрега рентгеновским и весовым методом.

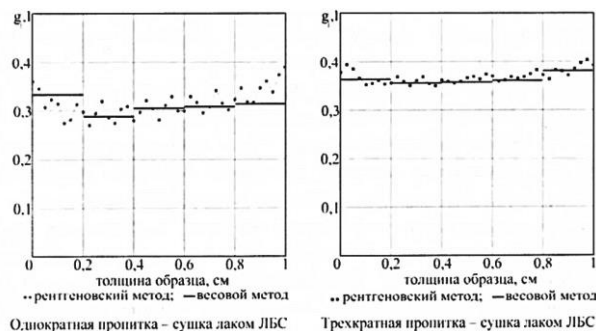


Рис. 3

Для обоих образцов наблюдается увеличение содержания ФФС ближе к их поверхностям, а для образца с однократной пропиткой просматривается периодическая закономерность распределения. Эта периодичность вызвана проявлением слоистой тканевой структуры препрега. Образец с большим средним значением содержания смолы оказался более плотным, и в нем подобной картины не наблюдалось.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований показали достаточно высокую информативность методов, основанных на поглощении рентгеновского излучения. Поскольку статистическая точность рентгеновского эксперимента определяется количеством набранных счетчиком импульсов, то оценка массовой концентрации компонентов в композите для стационарных объектов исследования может быть достаточно высокой. Количество компонентов в составе композита определяется точностью оценки энергетического спектра поглощенного рентгеновского излучения. Метод может быть успешно использован и для медленно протекающих нестационарных процессов (сушка, пропитка) в тканях, войлоках и матах [4].

1. ГОСТ 901–78. Лаки бакелитовые. Технические условия.
2. Блохин М.А., Швейцер И.Г. Рентгеноспектральный справочник. – М.: Наука, 1982.
3. Рентгенотехника: Справочник. – В 2-х кн. / Под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1980.
4. Сапожников И.В., Алексеева И.А., Мамонтов М.П., Матвеева К.А., Самойленко Д.А., Скуратов Н.В. Определение коэффициентов влагопроводности при низкотемпературной сушке древесины // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2016, №4. Т.20. С. 34...39.
5. Сапожников И.В., Абразумов В.В., Котенко В.Д. и др. Технология получения препрега с высоким содержанием полимера // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2013, № 1 (93). С. 77...81.
6. Пат. №2484956 РФ. МПК В29В. Способ изготовления препрега. 03.2012. Оpub. 20.06.2013. Бюл. №17.
7. Сапожников И.В., Гнедина Л.Ю., Скуратов Н.В., Самойленко Д.А. Технология пропитки препрега с высоким содержанием полимера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №3. С. 164...169.

1. GOST 901–78. Laki bakelitovye. Tekhnicheskie usloviya.
2. Blokhin M.A., Shveytser I.G. Rentgenospektral'nyy spravochnik. – M.: Nauka, 1982.
3. Rentgenotekhnika: Spravochnik. – V 2-kh kn. / Pod red. V.V. Klyueva. – M.: Mashinostroenie, 1980.
4. Sapozhnikov I.V., Alekseeva I.A., Mamontov M.P., Matveeva K.A., Samoylenko D.A., Skuratov N.V. Opredelenie koeffitsientov vlagoprovodnosti pri nizkotemperaturnoy sushke drevesiny // Vestnik MGUL – Lesnoy vestnik. – 2016, №4. T.20. S. 34...39.
5. Sapozhnikov I.V., Abrazumov V.V., Kotenko V.D. i dr. Tekhnologiya polucheniya preprega s vysokim sodержaniem polimera // Vestnik MGUL – Lesnoy vestnik. – 2013, № 1 (93). S. 77...81.
6. Pat. №2484956 RF. MPK V29V. Sposob izgotovleniya preprega. 03.2012. Opub. 20.06.2013. Byul. №17.
7. Sapozhnikov I.V., Gnedina L.Yu., Skuratov N.V., Samoylenko D.A. Tekhnologiya propitki preprega s vysokim sodержaniem polimera // Izv. vu-zov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, №3. S.164...169.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования тканей и трикотажа. Поступила 09.04.18.

УДК 64.013 12

АДДИКТИВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ ОТ СЕТЕВЫХ СООБЩЕСТВ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР – КАК ПОТЕНЦИАЛ ПРОТИВОПРАВНОГО СОЦИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ

THE DEPENDENCE OF STUDENT'S YOUTH FROM ONLINE COMMUNITIES AND COMPUTER GAMES AS POTENTIAL ILLEGAL SOCIAL BEHAVIOR

И.Н. КУЛЕШОВА, В.К. МИННИКОВ

I.N. KULESHOVA, V.K. MINNIKOV

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: k_fil@ivgpu.com

В статье актуализируется проблематика необходимости изучения социально-психологических особенностей студентов, вовлеченных в социальные сети и онлайн-компьютерные игры. Данная вовлеченность является формой аддиктивной зависимости, влияющей на личностную деформацию, снижение волевой регуляции поведения, критичность в восприятии действительности. Как следствие – возрастание рисков совершения противо-

правных действий. В статье приводятся результаты эмпирического социально-психологического исследования особенностей студенческой молодежи, имеющей признаки сетевой зависимости.

The article actualizes the problem of the need to study the social and psychological characteristics of students involved in social networks and online computer games. This involvement is a form of addictive dependence that affects personal deformation, reduction of volitional regulation of behavior, criticality in the perception of reality. As a result, there is an increase in the risks of illegal actions. The article presents the results of empirics social and psychological research of the characteristics of students with signs of network dependence.

Ключевые слова: социальные сети, онлайн-компьютерные игры, аддитивная зависимость, личностная деформация, риски совершения противоправных действий.

Keywords: social networks, online computer games, additive addiction, personal deformity, risks of committing illegal actions.

Со стремительным развитием IT-технологий, игровой компьютерной индустрии, вовлечением молодежи в социальные сети неуклонно растет число субъектов с компьютерной социально-сетевой и игровой аддикцией [1]. Молодые люди настолько погружаются в цифровую реальность, что им в иллюзорном мире становится комфортней, чем в реальной жизни, поскольку любую ошибку можно исправить, а суррогатно-цифровую жизнь можно прожить заново, без потерь, полностью контролируя ход желаемых событий.

Как справедливо отмечено в работе [2]: "Компьютерные симуляции – это киберпротез общества".

В связи с этим озабоченность специалистов в сфере психологической безопасности, а также у правоохранительных органов вызывает возможность манипуляции сознанием таких молодых людей со стороны потенциальных антизаконных объединений, использующих сетевые электронные ресурсы для вовлечения молодежи в противоправную деятельность – на первый взгляд – в легкой, ни к чему не обязывающей игровой форме, но имеющую, в конечном итоге, явную общественную опасность [3].

Зависимость от виртуального мира социальной сети или от ролевой компьютерной игры зиждется на фундаменте зависимой части личности, формирование кото-

рой зависит от – как минимум – двух процессов, ведущих к вытеснению из внимания субъекта переживаний, воспоминаний реальной жизни, его не устраивающих, вызывающих психоэмоциональное напряжение и заменяющих их на суррогатные, но внутренне комфортные субъективно-желаемые. Эти процессы – уход от восприятия объективной реальности с заменой его на мир цифровой, виртуальный, а также формирование комплекса ограничивающих простых убеждений, облегчающих принятие виртуальной чужой роли и заменяющих ее на собственную реальную. Студент в реальной повседневной жизни на указанных процессах не акцентирует внимания, не подвергает их объективному анализу, осмыслению, а поэтому не замечает, не осознает.

Базисом подмены объективной реальности виртуальным миром служит потребность получения удовольствия от гарантированного достижения желаемых, самых фантастических, пусть и виртуальных целей, отстранения от реальных житейских проблем, избавления от психологического дискомфорта. Компьютерный и сетевой мир предлагает для этого вполне доступный способ. Зависимые молодые люди основное время обитают в виртуальном мире, лишь вынужденно возвращаясь в реальность. Но их основные потребности высшего порядка остаются в мире виртуальном и там же удовле-

творяются. Постепенно, но неотвратимо возникает все более полное отрешение от реальности, формируется зависимая часть личности, которой можно легко манипулировать. Одновременно трансформируются и адаптивные механизмы личности, происходит ее разрушение, снижение критичности, нормативности, институциональности, а потому растет риск вedomого противоправного поведения. Актуально это и в связи с возрастанием роли человеческого капитала в современных условиях, в том числе с точки зрения развития и стимулирования производства. Как отметил П.О. Кащеев с соавторами, в социально ориентированной рыночной экономике государство осуществляет инвестирование, в том числе и в воспитание гуманитарных составляющих человеческого капитала, включая политическую и социальную лояльность, ответственность человека, его нравственные и ценностные ориентации [3]. Поэтому в исследованиях подвергались анализу социально-психологические аспекты аддиктивного поведения личности студентов, зависимых от социальных сетей и сетевых компьютерных игр.

Установлено, что у зависимых молодых людей в структуре социальной установки на компьютерные игры и участие в тематических социальных сетях сильно выражены и одновалентны все ее компоненты, что свидетельствует о целостности, сложности и направленности таких установок, определяя во многом отношение субъектов к данной стороне суррогатной реальности, а следовательно, – и их поведение. Кроме того, использование валидного психодиагностического инструментария позволило на статистически достоверном уровне сделать вывод о преобладании в группе "зависимых" общего невротического фона. Студентам с аддиктивным поведением в большей степени свойственны такие состояния, как беспричинное беспокойство, напряженность, чувствительность. У них наблюдается тенденция к ощущению социального одиночества, которое компенсируется в ролевой игре, что имеет двойную опасность, поскольку, выходя за пределы виртуальной реальности, где уровень контактов регулиру-

ем в соответствии с потребностью к общению, человек попадает в мир реальный, в котором несоответствие ожиданиям, особенно в области межличностного общения, приводит вновь к его суррогату, создавая, таким образом, замкнутый круг [4], [5]. Кроме того, у аддиктов выявлена устойчивая склонность к немотивированной тревожности, отчетливая выраженность дисфункциональности стереотипов эмоционального поведения. Им присуще выраженное поведение контроля, выражающееся в стремлении влияния на окружающих по принципу: "беру в свои руки руководство и стремлюсь решать, что и как будет делаться". Одновременно с этим данные субъекты не приемлют контроля над собой, хотя и готовы брать на себя ответственность, соединенную именно с ведущей ролью. Это связано со стереотипами "лидера", "вождя", архетипом "героя-победителя", в основном культивируемыми в ролевых компьютерных играх, где за играющим – последнее слово в принятии решения, от которого зависит "судьба" сетевого или игрового пространства. Но опасность здесь состоит в том, что взятие виртуальной ответственности на себя не ведет к реальным деструктивным последствиям, а также к социальным санкциям, так как всегда можно начать сначала, "переиграть", использовать секретный код, отсюда возможно ощущение некоей вседозволенности, проецируемой на реальный мир. Это может отразиться в антисоциальном поведении, в искажении представлений о системе ответственности перед обществом, в подмене ролевыми "паттернами героического поведения" поведения актуального, связанного с реальным социальным взаимодействием. Это чревато проблемами с адаптацией субъекта в обществе, возможностью ресоциализации и других деструктивных последствий, в том числе вовлечению в преступные сообщества и противоправное поведение.

Результаты исследования также установили, что в случае изучаемой аддиктивной зависимости наиболее вероятны такие варианты возможной направленности адаптации, как гедонистическая – то есть адаптивный исход состоит в получении наслажде-

ния, и, как вариант – избегании страданий, а также гомеостатическая – то есть адаптивный исход состоит в достижении равновесия, в том числе равновесия в эмоциональной сфере [7], [8]. Тогда как для обычных представителей студенческой молодежи возможен еще и вариант прагматический – в практической пользе, успехе и других проявлениях. Кроме того, выявлена тенденция, свидетельствующая о том, что социально-психологическая адаптация личности компьютерозависимого субъекта направлена в русло эскапизма, который понимается нами как стремление личности уйти от действительности в мир иллюзий, фантазии в ситуации кризиса, бессилия, отчуждения, при общем негативном эмоциональном фоне. При этом в виртуальной реальности актуализируются доминантные качества, реализуя которые в игре, молодой человек сохраняет Я-концепцию, пытаясь балансировать тем самым свою эмоциональную сферу. Для многих форм эскапизма характерны тяготение к "освобождению" инстинктов, идеализация выдуманного образа жизни, не стесненного запретами и условностями социума. Все это опасно тем, что может приводить к распаду человеческой личности или такой ее деформации, которая будет опасна как для социума, так и для самого человека в обществе.

У "зависимых студентов" велика потенция аффективного социального поведения, индивид очень осторожен при установлении близких интимных отношений, а также стремление к контролю, выраженное в доминирующем, лидерском поведении, и эмоциональный комфорт, обретаемый в игре, снижают значимость социальных связей, переориентируют, направленность личности из сферы межличностного взаимодействия в иллюзорный мир, подчиняющийся собственным интересам и контролируемый простыми и доступными средствами [9]. В данном случае компьютер или социальная сеть выступает лишь как вспомогательное средство в "межличностной" коммуникации. Полностью погружаясь в игру и достигая в ней определенных успехов, человек виртуально реализует таким образом большую часть имеющихся потребностей и игнориру-

ет остальные. Кроме того, зависимые субъекты проявляют функциональный подход к социальному окружению, когда ситуативная ведомость в отношениях с другими есть лишь стремление к сохранению самоидентичности и эмоционального благополучия.

В Ы В О Д Ы

1. В любом социуме находятся люди, предпочитающие "уходить" от реальных проблем. В случае "цифровой" зависимости для их решения молодой человек уходит в социальную сеть или ролевою компьютерную игру. Там ему свободно и комфортно: он силен, смел, решителен, непобедим, вооружен, успешен, сам управляет судьбой и судьбами. Но он крайне рискует попасть в заколдованный круг реальной социальной изолированности, болезненным выходом из которого становится "цифровая" зависимость.

2. Время, проведенное в виртуальной реальности, не делает студента сильнее и успешнее в жизни настоящей. Потому, "выныривая" оттуда в реальный мир, он испытывает дискомфорт, ощущает себя беспомощным, незащищенным в агрессивной среде, желая, как можно скорее вернуться туда, где он герой-победитель, или компенсируя это, выполняя виртуальные задания, сочетаемые с антисоциальными противоправными "подвигами" в реальном мире.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Гоголева А.В.* Аддиктивное поведение и его профилактика. – 2-е изд., стер. – М.: Московский психолого-социальный институт; Воронеж: Изд-во НПО "МОДЭК", 2003.

2. *Иванов М.С.* Влияние ролевых компьютерных игр на формирование психологической зависимости человека от компьютера // Психологический журнал. – 2013, №2. С. 11...16.

3. *Кащеев П.О., Белгородский В.С., Радько С.Г.* Человеческий капитал как неотъемлемый фактор обеспечения роста производительности труда // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №3. С. 17.

4. *Короленко Ц.П., Дмитриева Н.В.* Психосоциальная аддиктология. – Новосибирск: Изд-во "Олсиб", 2001.

5. *Маринова Т.Ю., Зарецкая О.В.* Социально-психологические аспекты зависимости от компьютерных многопользовательских ролевых онлайн-игр // Социальная психология и общество. – 2015. Т. 6, №3.

6. Пиндюрин В.А. Компьютерная аддикция подростков – проблема XXI века // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2016. Т.15. С. 1801...1805.

7. Сидорова С.Н., Ельчанинов В.С., Габдулхакова Н.К. Особенности влияния компьютерных игр на личность // Молодой ученый. – 2014, №7. С.294...296.

8. Фетискин Н.П., Козлов В.В., Мануйлов Г.М. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. – М.: Изд-во Института Психотерапии, 2002.

9. Юрьева Л.Н., Болбот Т.Ю. Компьютерная зависимость: формирование, диагностика, коррекция и профилактика. – Днепропетровск: Пороги, 2006.

REFERENCES

1. Gogoleva A.V. Addiktivnoe povedenie i ego profilaktika. – 2-e izd., ster. – М.: Moskovskiy psikhologo-sotsial'nyy institut; Voronezh: Izd-vo NPO "МОДЕК", 2003.

2. Ivanov M.S. Vliyanie rolevykh komp'yuternykh igr na formirovaniye psikhologicheskoy zavisimosti cheloveka ot komp'yutera // Psikhologicheskyy zhurnal. – 2013, №2. S. 11...16.

3. Kashcheev P.O., Belgorodskiy V.S., Rad'ko S.G. Chelovecheskiy kapital kak neot'emlemuyu faktor obes-

pecheniya rosta proizvoditel'nosti truda // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, №3. S.17.

4. Korolenko Ts.P., Dmitrieva N.V. Psikhosotsial'naya addiktologiya. – Novosibirsk: Izd-vo "Olsib", 2001.

5. Marinova T.Yu., Zaretskaya O.V. Sotsial'no-psikhologicheskie aspekty zavisimosti ot komp'yuternykh mnogopol'zovatel'skikh rolevykh onlayn-igr // Sotsial'naya psikhologiya i obshchestvo. – 2015. Т.6, №3.

6. Pindyurin V.A. Komp'yuternaya addiksiya podrostkov – problema XXI veka // Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal "Koncept". – 2016. Т.15. S. 1801...1805.

7. Sidorova S.N., El'chaninov V.S., Gabdulhakova N.K. Osobennosti vliyaniya komp'yuternykh igr na lichnost' // Molodoy uchenyy. – 2014, №7. S.294...296.

8. Fetiskin N.P., Kozlov V.V., Manuylov G.M. Sotsial'no-psikhologicheskaya diagnostika razvitiya lichnosti i malykh grupp. – М.: Изд-во Института Психотерапии, 2002.

9. Yur'eva L.N., Bol'bot T.Yu. Komp'yuternaya zavisimost': formirovaniye, diagnostika, korrektsiya i profilaktika. – Dnepropetrovsk: Porogi, 2006.

Рекомендована кафедрой философии и социально-гуманитарных дисциплин. Поступила 30.06.19.

УДК 316.334

РАЗВИТИЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КРЫМУ (XIX - нач. XX вв.)

DEVELOPMENT OF TEXTILE INDUSTRY IN CRIMEA (XIX-beg. XX centuries)

Ю.П. МАЙДАНЕВИЧ, И.М. ПОЖАРИЦКАЯ, О.П. КЛИМЕНКО

YU.P. MAYDANEVICH, I.M. POZHARITSKAYA, O.P. KLIMENKO

(Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского)

(Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky)

E-mail: maidanevich@mail.ru; iryna1106@rambler.ru; klimenko.ksu@mail.ru

В статье проведен ретроспективный анализ развития текстильной промышленности в Крыму. Установлены ключевые этапы и их характеристика. Впервые представлены отдельные архивные данные о показателях деятельности предприятий текстильной и швейной промышленности Крыма в начале XX века.

In the article, a retrospective analysis of the development of the textile industry in the Crimea was conducted. Key stages and their characteristics are established. For the first time, separate archive data on the performance indicators of the textile and clothing industry of the Crimea in the early twentieth century are presented.

Ключевые слова: текстильная промышленность, швейная промышленность, ценовая промышленность Крыма, Крымшвейпром, швейные изделия, экономика Крыма.

Keywords: textile industry, clothing industry, the Crimean industry, Crimean Vejm, sewing, the economy of Crimea.

Первые письменные упоминания о наличии швейных фабрик на территории Таврической губернии на Крымском полуострове в 19 веке появились в англоязычной литературе в 1825 г., изданной англичанином Робертом Лайеллом (Robert Lyall) после путешествия по России, Крыму, Кавказу и Грузии [7].

На территории поселения Саблы (ныне с. Партизаны Симферопольского района) располагалась суконная фабрика сенатора Бороздина Андрея Михайловича (бывшего губернатора Тавриды), которую посетил Р.Лайелл со спутниками в 1821 г. Вот как он описывает свои впечатления: "Мы осмотрели овчарни и видели, как татары, обученные по наставлениям немца-управляющего, чешут и прядут шерсть, также ткут и окрашивают сукно. Большая часть показанного нам сукна была низкого качества, отвечавшего, однако, запросам местного рынка. Но некоторые куски удивили нас своей тонкостью и привели к заключению о том, что производимые усовершенствованиями машин фабрика г-на Бороздина будет иметь желаемый успех" [2, с.29].

Суконная фабрика имела несколько помещений: под сушильню, красильню, производственные мастерские. В специальном блоке на берегу реки разместилось машинное отделение, оснащенное оборудованием петербургских мануфактур советника Гейдена, московской фабрики Петра Шейдена. Использовались и машины, созданные местным изобретателем-механиком Фейном.

Директором Саблынской суконной фабрики был австрийский подданный Иван Юранен. Продукция фабрики ежегодно достигала 15000 аршин сукна (более 11000 ярдов). На местном рынке оно оценивалось от 8 до 14 рублей за аршин [1, с.38]. Фабрика приносила своему владельцу небывалый доход, однако фабричным рабочим "забывали" платить жалование и по полгода, и по

несколько лет.

Первый конъюнктурный обзор экономики Крыма за 1925/1926 г. [4] дает нам представление о том, что в дореволюционном Крыму не осуществлялся ценовой учет валовой продукции швейной промышленности. Это объясняется тем, что преобладала частная собственность на суконные фабрики, а мелкое швейное производство носило кустарный характер (работа на заказ, а не на рынок не подлежала учету).

По данным Центрального статистического управления (ЦСУ) Крыма валовая продукция всей крупной промышленности Крыма в 1925/26 г. составляла только 45,5% продукции 1913 г. Если в 1924/25 г. функционировало 96 ценовых предприятий, из них 10 приостановили работы или ликвидировались, в том числе две швейные мастерские Швейпрома. При этом следует отметить, что с начала 1925/26 г. ЦСУ Крыма были взяты на учет, как достигшие ценза, еще более десятка предприятий, в том числе швейная мастерская Наркомтруда. Широко известная крымчанам швейная фабрика Крымшвейпрома, позже получившая имя Надежды Крупской, была построена в 1920-1921 гг. в центре Симферополя в период Советской власти, и до второй мировой войны была одним из крупнейших текстильных производств полуострова.

Среди производств легкой промышленности Крыма в 20-е гг. XX века швейная промышленность занимала устойчивое положение, что объяснялось наличием местного сырья и необходимых трудовых ресурсов (табл. 1 – валовая продукция легкой промышленности Крыма за 1924-1926 гг.; составлено по данным [4]).

Также следует указать, что доля привозного текстиля по данным оборота крымских товарных бирж за 1925/26 г. составила в среднем по кварталам 58,5% [4, с.71]. При этом по группе "текстиль" в указанный пе-

риод сделок было заключено на меньшую сумму вследствие того, что значительная часть мануфактуры, полученной кооперацией, прошла в Крым по гендоговорам, заключенным в Москве (9394 тыс. руб., или 20,7% от общего товарооборота Крыма

против 9468 тыс. руб. в 1924/25 г., или 25,1%). Статистика отмечает, что текстильный рынок Крыма все время был дефицитным. В осенние месяцы был острый недостаток всех сортов ткани, в остальное время – главным образом, шерстяных.

Т а б л и ц а 1

Отрасли	1925/26 г.		1924/25 г.		Прирост продукции 1925/26 г. в % к 1924/25 г.	Абсолютный прирост продукции в тыс.руб. по довоен. ценам
	валовая продукция в тыс. руб. по довоен. ценам	в% к итогу	валовая продукция в тыс. руб. по довоен. ценам	в% к итогу		
Кожевенная	1317,3	63,8	746,9	56,6	76,4	570,4
Швейная	583,8	28,3	393,3	29,8	48,4	190,5
Производство пуговиц	153,1	7,4	80,2	6,1	90,9	72,9
Обработка пеньки	10,8	0,5	7,0	0,6	54,3	3,8
Обувная	-	-	92,2	6,9	-	-92,2
Итого	2065,0	100,0	1319,6	100,0	156,4	745,4

Вызывает интерес динамика цен на продукцию крымского швейного производства. Так, тремя наиболее ходовыми товарами в Крыму в 1925/26 г. были: ситец, сахар и

подсолнечное масло (табл. 2 – средне-месячные рыночные цены в червонных копейках в 1925/26 г. в Крыму на ситец 80 фут. миткаля № 5; составлено по данным [4]).

Т а б л и ц а 2

Цена	Ед. счета	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Кооперативная цена	метр	45,4	44,3	43,1	42,7	42,5	42,3	42,0	42,4	42,9	43,0	42,1	41,7
Частная цена	метр	59,8	58,9	52,1	48,7	47,4	46,8	46,1	46,3	46,3	46,0	45,4	44,9
Частная в % к кооперативной	-	131,7	133,0	120,9	114,1	111,6	110,7	110,7	109,8	109,2	107,0	107,9	107,7

Из-за дефицита текстильной продукции цены частной торговли на ситец почти на треть выше кооперативных, особенно в месяцы наибольшего обострения "голода" на эти товары. Вместе с тем, характерным является значительное снижение частными про-

давцами цен на ситец в течение года (с 59,8 коп. к началу года до 44,9 коп. к его концу), что объясняется регулирующими мероприятиями Наркомторга. Ассортимент швейного производства Крыма в 1924-1926 гг. невелик (табл. 3 – составлено по данным [5]).

Т а б л и ц а 3

Наименование изделий	Ед. учета	1924/25 гг.	1925/26 гг.	1925/26 гг. в % к 1924/25 гг.
Верхнее платье	штук	41 291	59 628	144,4
Белье мужское и дамское	-//-	26 340	32 180	122,2
Головные уборы	-//-	23 438	7 531	32,1
Меховые изделия	-//-	763	20	2,6
Разные мелкие изделия	-//-	15 891	23 187	145,9

В течение 1926/27 гг. прекратила существование единственная в Крыму шерстяная фабрика "Труд" (сгорела). Продолжает-

ся увеличение производительности труда, в том числе за счет создания трестов и кооперации труда. Швейпром Крыма успешно

перевыполняет поставленные производственные задания как по производству (в 1926/27 г. – 12,7% выполнение плана производства), так и реализации (129,6% плана). Прирост валовой продукции на одного рабочего составил 18,1 процентных пункта, а прирост зарплаты на одного рабочего в этот период составил 23,1%.

Именно по статистическим данным 1926/27 г. можно сделать выводы о трех характерных чертах крымской текстильной промышленности этого периода:

1) крымская продукция средств потребления в подавляющей массе (72%) состоит из пищевкусковых продуктов, выделанной кожи, обуви, одежды, белья, головных уборов и пр. Последнее занимает 5...5,9% валовой продукции;

2) при этом большая часть текстильной продукции Крыма производится мелкой и кустарной, а не ценовой промышленностью (7,1% против 5,3%). Это определяется относительной технической простотой производства и невысоким типом органического строения ее капитала;

3) использование местного сельскохозяйственного сырья для швейной промышленности, что, однако, не покрывало дефицит сырья (110% ввоз мануфактуры на полуостров по сравнению с 1925/26 г.).

Рост цен на продукцию государство старалось компенсировать снижением себестоимости производимой продукции. В частности, для трестов Крымской АССР были установлены планы снижения фабрично-заводской и полной коммерческой себестоимости валовой продукции. В частности, имеются данные о снижении полной коммерческой себестоимости по Швейпрому на 9,8% в 1927/28 г., что дало общую экономию в 221 тыс. руб., из которых 144 тыс. руб. приходилось на цеховые и общефабричные расходы, 86 тыс. руб. – за счет рационализации и усиления процессов механизации и 21 тыс. руб. – за счет пересмотра норм выработки [6, с.36].

До 1927/28 г. работы по рационализации на предприятиях народного хозяйства Крыма носили разрозненный характер. Было создано Бюро рационализации ЦСНХ Крыма, что дало сдвиг по линии научно-исследова-

тельской работы трестов. Так, на предприятиях Швейпрома Крыма была введена на 85% цепная система работы. Проведено полное разделение труда путем максимального деления всех процессов на элементы; введен микрорежим. Введены специальные машины и механические ножи для кройки. Усовершенствованы методы кройки для уменьшения обрезков. Установлена сортировка отходов.

Однако капитальные вложения в Швейпроме Крыма в 1926/27 г. были минимальные – 43,9 тыс. руб. Для примера, наиболее крупные капитальные затраты сделал Консервтрест (1,1 млн. руб.) и Кождтрест (0,4 млн руб.): осуществлена постройка новой консервной фабрики в Керчи, переустройство Симферопольской и Балаклавской консервных фабрик.

Наличие нецензовой промышленности на территории Крымского полуострова в 1927/28 г. снизилось с 41,1% до 37,3% по сравнению с 1926/27 г. При этом мелкая и кустарная промышленность в Крыму имеет большое хозяйственное значение, в особенности для вовлечения в работу безработных и для покрытия товарного дефицита. Наиболее кооперированы артели трикотажного и швейного ремесла (а также обувного и хлебопекарного). Производство средств потребления, а не средств производства занимает 80,8% всей промышленности Крыма, а в нем производство продукции одежды в среднем – 10,4%. В том числе в 1927/28 г. доля ценовой текстильной промышленности Крыма составила 8,2%, а мелкой и кустарной – 14,2%.

Вызывают интерес данные о развитии текстильной промышленности в составе Легпрома Крымской АССР по результатам первой пятилетки. Так, в материалах доклада Правительства Крымской АССР [3, с. 41...44] резюмируется, что легкая промышленность КрымАССР, объединяемая Наркомлегпромом, почти целиком возникла за советский период (исключение составляет полиграфическая промышленность). За период первой пятилетки продукция легкой промышленности выросла против уровня 1927/28 г. в 3,3 раза (с 9,4 млн. руб. до 30,8 млн. руб.). Число рабочих увеличилось с

1479 до 3384 чел. Однако план 1932 г. выполнен лишь на 86,3%, а 1933 г. – на 75,8%.

Так, известно, что швейная фабрика Симферополя при задании на конец пятилетки по продукции в 15340 тыс. руб. еще в 1931 г. выдала продукции на 20114 тыс. руб., а в 1932 г. – 21421 тыс. руб. (в ценах плана первой пятилетки). При этом крупное невыполнение в 1932 г. дала швейная фабрика в результате перебоев в снабжении сырьем (выполнено 70,5% плана). В 1932 г. по швейной фабрике имеется повышение себестоимости на 14,6%, а в 1933 г. – снижение на 1,3%.

Также в докладе отмечается, что качество продукции, особенно швейной, остается неудовлетворительным. В целях коренного перелома в 1933 г. швейная фабрика в Симферополе была остановлена на месяц, был пересмотрен весь технологический процесс, введены дополнительные процессы. И в результате этого наметился сдвиг в сторону улучшения качества выпускаемой продукции.

Правительство Крымской АССР рапортовало о том, что за период первой пятилетки было создано несколько предприятий, не предусмотренных пятилетним планом. Наряду с другими в 1931 г. в Евпатории была построена трикотажная фабрика, которая вовлекла в производство евреев-переселенцев. А на 1934 г. намечено ее значительное расширение. Однако остались непостроенными намеченные пятилетним планом два предприятия в Крыму – стекольный завод и фабрика спецодежды (позднее стекольный завод был построен, а фабрика – нет).

ВЫВОДЫ

1. В дореволюционный период в Крыму не осуществлялся ценовой учет текстильного или швейного производств в отличие от других тринадцати видов отраслей промышленности, по которым имеются данные 1913 г.

2. Планомерное вытеснение мелкого и кустарного текстильного производства крупными государственными фабриками в Кры-

му в 20-30-е гг. сопровождалось острым дефицитом сырья, низкими капитальными вложениями и высокой себестоимостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белова С. Л. Саблы. Перекрестки дорог и судеб. – Симферополь: Н.Орианда, 2010.
2. Крымский альбом 2002. Историко-краеведческий и литературно-художественный альманах [7 выпуск] / Сост. Д. Лосев. – Феодосия-Москва. Издательский дом "Коктебель", 2003.
3. Материалы к докладу Правительства Крымской АССР "О советском хозяйственном и культурном строительстве КрымАССР на IV сессии XV созыва Всероссийского центрального исполнительного комитета". – Государственное издательство КрымАССР, 1933.
4. Народное хозяйство Крыма за 1925/26 год (конъюнктурный обзор). – Издание Крымплана. – Симферополь, 1927.
5. Народное хозяйство Крыма за 1926/27 год (конъюнктурный обзор). Издание Крымплана. – Симферополь, 1927.
6. Народное хозяйство Крыма за 1927/28 год (конъюнктурный обзор). Издание Крымплана. – Симферополь, 1929.
7. Lyall R. Travels in Russia, the Crimea, the Caucasus and Georgia. - In 2 vol. – London. 1825.

REFERENCES

1. Belova S. L. Sably. Perekrestki dorog i sudeb. – Simferopol': N.Orianda, 2010.
2. Krymskiy al'bom 2002. Istoriko-kraevedcheskiy i literaturno-khudozhestvennyy al'manakh [7 vypusk] / Sost. D. Losev. – Feodosiya-Moskva. Izdatel'skiy dom "Koktebel'", 2003.
3. Materialy k dokladu Pravitel'stva Krymskoy ASSR "O sovetskom khozyaystvennom i kul'tur-nom stroitel'stve KrymASSS na IV sessii XV sozyva Vserossiyskogo tsentral'nogo ispolnitel'nogo komiteta". – Gosudarstvennoe izdatel'-stvo KrymASSR, 1933.
4. Narodnoe khozyaystvo Kryma za 1925/26 god (kon'yukturnyy obzor). – Izdanie Krymplana. – Simferopol', 1927.
5. Narodnoe khozyaystvo Kryma za 1926/27 god (kon'yukturnyy obzor). Izdanie Krymplana. – Simferopol', 1927.
6. Narodnoe khozyaystvo Kryma za 1927/28 god (kon'yukturnyy obzor). Izdanie Krymplana. – Simferopol', 1929.
7. Lyall R. Travels in Russia, the Crimea, the Caucasus and Georgia. - In 2 vol. – London. 1825.

Рекомендована кафедрой менеджмента устойчивого развития. Поступила 21.01.19.

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ
ТЕКСТИЛЬНОЙ И СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛЕЙ***

**ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SOLUTIONS
OF REDUCING ENERGY INTENSITY
IN TEXTILE AND CONSTRUCTION INDUSTRIES**

А.Б. ПЕТРУХИН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, Л.А. ОПАРИНА, Ю.А. ЧИСТЯКОВА

A.B. PETRUKHIN, V.N. FEDOSEEV, L.A. OPARINA, YU.A. CHISTYAKOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: l.a.oparina@gmail.com

В статье отражены организационно-технические решения снижения энергоемкости российской экономики на примере текстильной и строительной отраслей. Показано, что энергосбережение в нескольких отраслях имеет синергетический эффект. Статья содержит обзор результатов исследований ученых Ивановского государственного политехнического университета в данном направлении.

The article shown organizational and technical solutions to reduce the energy intensity of the Russian economy by the example of the textile and construction industries. The article shown that energy saving in several industries has a synergistic effect. The article contains a survey of the results of studies by scientists of the Ivanovo State Polytechnical University in this direction.

Ключевые слова: энергоемкость, текстильная отрасль, потенциал энергосбережения, инновационные энергосберегающие проекты, инновационные материалы.

Keywords: energy intensity, textile industry, energy saving potential, innovative energysaving projects, innovative materials.

В настоящее время особое значение приобретают проблемы экологичности, энергосбережения и ориентации на инновационные решения, направленные на энергосбережение, как важную задачу по сохранению природных ресурсов не только в России, но и во все мире [1]. В условиях глобального экономического кризиса наша страна несет значительные потери от недооценки проблем энергосбережения и энергоэффективности: энергоемкость валового внутреннего продукта (ВВП) в России вдвое выше мировой. Задача снижения энергоем-

кости российской экономики не теряет своей актуальности, а научные исследования, направленные на ее решение, показали, что снижение энергоемкости ВВП должно происходить не за счет структурных сдвигов в экономике, а за счет внедрения новых технологий, инновационных методов управления производствами и экономикой, а также реализацией принципов устойчивого развития во всех сферах социально-экономической деятельности [2].

Текстильная и строительная отрасли являются наиболее энергоемкими отраслями

* Публикация подготовлена в рамках поддержанного РФФИ научного проекта №16-02-00147.

народного хозяйства. Обусловлено это не только энергоемким текстильным производством, но и значительными энергозатратами на строительство, реконструкцию и реновацию текстильных производств, а также заменой инженерного оборудования и модернизации производства. Существующие в нашей стране способы и методы управления энергосбережением в текстильной промышленности требуют новых, адекватных современным условиям инновационных изменений [3]. Исследования, направленные на повышение энергоэффективности в текстильной и строительной отраслях, проводятся учеными Ивановского государственного политехнического университета много лет, что доказывает актуальность и необходимость данной темы. Ряд научных работ посвящен применению возобновляемых источников энергоресурсов (ВИЭ) в текстильном производстве [4], [5]. Доказано, что применение тепловых насосов наряду с традиционными источниками отопления позволит экономить тепловую энергию не только на отопление, но и вентиляцию зданий текстильных производств. Затрачивая 1 кВт электрической мощности в приводе компрессионной установки, можно получить 3...4, а при определенных условиях до 5...6 кВт тепловой мощности [6]. Наряду с использованием ВИЭ авторами разрабатываются технические решения применения инженерных систем рекуперации тепла в зданиях текстильных производств, что позволит не только улучшить качество микроклимата, но и минимизировать условия, приносящие вред окружающей среде [7], [8].

Неразрывно с оценкой эффективности и энергосберегающими характеристиками связаны исследования и расчеты экономической оценки влияния энергосберегающих мероприятий на снижение энергоемкости ВВП страны. Внедрение таких инженерных энергосберегающих решений, как, например, тепловых насосов, позволит повысить энергоэффективность текстильных производств по сравнению с традиционными электродвигателями [9]. Использование возобновляемых источников энергоресурсов является в настоящее время крайне актуаль-

ным, так как в Энергетической стратегии развития РФ до 2030 года обозначен целевой ориентир – увеличение относительного объема производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии (кроме гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт) примерно с 0,5 до 4,5% к 2030 г. по сравнению с 2000 г.

По мнению авторов, внедрение организационно-технических мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности в разных отраслях экономики имеет синергетический эффект, так как, например, повышение энергоэффективности зданий и сооружений приводит не только к экономии энергоресурсов при их строительстве и эксплуатации, но и снижению энергоемкости производства в промышленности, структурным изменениям в экономике, обусловленных созданием новых инновационных строительных материалов и технологий, внедрение которых позволяет достигать экономии энергоресурсов в нескольких отраслях экономики. Ярким примером такой синергии является производство геосинтетических материалов, для производства которых используются мощности текстильной промышленности, а применяются они в транспортном, промышленном и гидротехническом строительстве. Ученые ИВГПУ провели ряд исследований геосинтетических материалов и их ресурсо- и энергосберегающих характеристик. Была уточнена классификация геоматериалов с учетом характеристик их энергосбережения [10], предложены направления совершенствования организационно-технологических решений по ресурсо- и энергосбережению в строительстве с использованием синтетических геоматериалов [11], [12]. Выявлены преимущества тканого геополотна в сравнении с неткаными материалами [12]. Разработан алгоритм оценки эффективности применения геоматериалов в строительстве, учитывающий такие показатели, как срок службы, экономию материальных ресурсов, инновационность организационно-технологических решений. Предложенный алгоритм позволяет осуществить выбор наиболее ресурсо- и энергосберегаю-

щего варианта применения геоматериалов. Установлена взаимосвязь между техническими и экономическими характеристиками геоматериалов [14]. Показано, что затраты на энергосбережение и повышение энергетической эффективности на стадии проектирования как зданий и сооружений, так и производств приведет к снижению энергоемкости жизненного цикла в целом.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных в ИВГПУ исследований показали, что энергосбережение в разных отраслях приводит к синергетическому эффекту и оказывает влияние в целом на снижение энергоемкости российской экономики. Основываясь на системном подходе к энергосбережению и повышению энергетической эффективности, можно утверждать, что основными организационно-техническими факторами являются:

- внедрение инновационных подходов в экономику энергоемких отраслей, таких как текстильная и строительная;

- внедрение экологических и энергосберегающих технологий в текстильной и легкой промышленности;

- применение современных ресурсо- и энергосберегающих материалов и инженерных решений при строительстве, реконструкции и реновации зданий.

Внедрение обозначенных направлений является важным фактором снижения энергоемкости российской экономики и перевода ее на энергосберегающий путь развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Луговая В.П.* Выбор энергоэффективных экологических технологий в условиях дефицита энергоресурсов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 2. С. 49...52.

2. *Петрухин А.Б., Опарина Л.А., Чистякова Ю.А.* Анализ целевых показателей энергосбережения и ключевых показателей социально-экономического развития РФ // Сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф.: Информационная среда вуза – Иваново: ИВГПУ, 2017.

3. *Ларионов А.Н., Викторов М.Ю.* Актуальные проблемы энергоэффективного строительства объектов текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 2. С. 45...49.

4. *Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Петрухин А.Б., Зайцева И.А., Виноградова Н.В., Острякова Ю.Б.* Эффективность отопления тепловым насосом автономных текстильных производств в зависимости от уровня термодинамической активности фреонов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 179...184.

5. *Алоян Р.М., Федосеев В.И., Петрухин А.Б.* Экономическая эффективность воздушно-тепловых насосов для объектов производственного и непромышленного назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1. С. 18...21.

6. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н.* Экологические и энергосберегающие технологии в текстильной и легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С. 263...265.

7. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н.* Эффективное энерго- и теплоснабжение автономных текстильных производств // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С. 235...237.

8. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н.* Функциональная система для теплообмена автономных текстильных производств воздушным тепловым насосом (ВТН) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 5. С. 195...198.

9. *Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Петрухин А.Б., Зайцева И.А., Воронов В.А., Емелин В.А.* Анализ энергоэффективности воздушного теплового насоса и электродогревателя в условиях текстильного и швейного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 4. С. 195...198.

10. *Петрухин А.Б., Опарина Л.А.* Классификация синтетических геоматериалов и их применение в современном строительстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 2. С. 14...18.

11. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А.* Совершенствование организационно-технологических решений по ресурсо- и энергосбережению в строительстве с использованием синтетических геоматериалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 6. С. 9...15.

12. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А.* Сравнительный анализ ресурсо- и энергосберегающих характеристик применения геотекстиля в строительстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 1. С. 10...14.

13. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А.* Расчет основных параметров конструкций дорожной одежды с применением геотекстильных синтетических защитно-дренирующих материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 51...55.

14. *Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Опарина Л.А.* Применение геосинтетических материалов в строительстве: экономический аспект // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности – 2016, № 3. С. 14...19.

REFERENCES

1. Lugovaya V.P. Vybor energoeffektivnykh ekologichnykh tekhnologiy v usloviyakh defitsita energoresursov // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2017, № 2. S. 49...52.
2. Petrukhin A.B., Oparina L.A., Chistyakova Yu.A. Analiz tselevykh pokazateley energosberezheniya i klyuchevykh pokazateley sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya RF// *Sb. st. IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Informatsionnaya sreda vuza – Ivanovo: IVGPU, 2017.*
3. Larionov A.N., Viktorov M.Yu. Aktual'nye problemy energoeffektivnogo stroitel'stva ob'ektov tekstil'noy promyshlennosti // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2017, № 2. S. 45...49.
4. Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Petrukhin A.B., Zaytseva I.A., Vinogradova N.V., Ostryakova Yu.B. Effektivnost' otopleniya teplovym nasosom avtonomnykh tekstil'nykh proizvodstv v zavisimosti ot urovnya termodinamicheskoy aktivnosti freonov // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2017, № 1. S. 179...184.
5. Aloyan R.M., Fedoseev V.I., Petrukhin A.B. Ekonomicheskaya effektivnost' vozdušno-teplovyykh nasosov dlya ob'ektov proizvodstvennogo i neproizvodstvennogo naznacheniya // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2016, № 1. S. 18...21.
6. Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Ekologicheskije i energosberegayushchie tekhnologii v tekstil'noy i legkoj promyshlennosti // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2016, № 6. S. 263...265.
7. Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Effektivnoe energo- i teplosnabzhenie avtonomnykh tekstil'nykh proizvodstv // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2016, № 6. S. 235...237.
8. Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Funktsional'naya sistema dlya teploobmena avtonomnykh tekstil'nykh proizvodstv vozdushnym teplovym nasosom (VTN) // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2016, № 5. S. 195...198.
9. Aloyan R.M., Fedoseev V.N., Petrukhin A.B., Zaytseva I.A., Voronov V.A., Emelin V.A. Analiz energoeffektivnosti vozdušnogo teplovogo nasosa i elektrokotla v usloviyakh tekstil'nogo i shveytnogo proizvodstva // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2016, № 4. S. 195...198.
10. Petrukhin A.B., Oparina L.A. Klassifikatsiya sinteticheskikh geomaterialov i ikh primenenie v sovremennom stroitel'stve // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2015, № 2. S. 14...18.
11. Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Oparina L.A. Sovershenstvovanie organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy po resurso- i energosberezheniyu v stroitel'stve s ispol'zovaniem sinteticheskikh geomaterialov // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2015, № 6. S. 9...15.
12. Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Oparina L.A. Sravnitel'nyy analiz resurso- i energosberegayushchikh kharakteristik primeneniya geotekstilya v stroitel'stve // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2016, № 1. S. 10...14.
13. Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Oparina L.A. Raschet osnovnykh parametrov konstruktivnykh dorozhnoy odezhdy s primeneniem geotekstil'nykh sinteticheskikh zashchitno-dreniruyushchikh materialov // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2016, № 2. S. 51...55.
14. Aloyan R.M., Petrukhin A.B., Oparina L.A. Primenenie geosinteticheskikh materialov v stroitel'stve: ekonomicheskij aspekt // *Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti.* – 2016, № 3. S. 14...19.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства Поступила 02.04.18.

УДК 677.025

ТРЕБОВАНИЯ К ОГНЕЗАЩИТНЫМ ТРИКОТАЖНЫМ ПОЛОТНАМ

REQUIREMENTS FOR FIRE-RESISTANT JERSEY FABRICS

А.Б. ШАМИДАНОВА, В.А. ЗАВАРЧЕВ, И.И. РЯБОВА

A.B. SHAMIDANOVA, V.A. ZAVARUEV, I.I. RYABOVA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: nastusha007.94@mail.ru

Изучен и проанализирован рынок огнезащитных материалов, выявлены отрасли с наиболее сложными условиями труда. Сформулированы требования к огнезащитным трикотажным полотнам и разработана серия образцов со специальными физико-механическими свойствами.

The market of fire-resistant materials has been studied and analyzed, and industries with the most difficult working conditions have been identified. Requirements for fire-resistant knitted fabrics are formulated and a series of samples with special physical and mechanical properties is developed.

Ключевые слова: требования к огнезащитным и термозащитным материалам, двухслойный трикотаж.

Keywords: requirements for fire-resistant and heat-protective materials, double-layer knitwear.

Создание изделий с огнезащитными свойствами на сегодняшний день является актуальной проблемой. С целью получения заданных свойств особый интерес представляет использование полотен, которые изготавливаются из металлических и специальных огнезащитных нитей.

Термо- и огнезащитные изделия необходимы, в основном, в таких отраслях промышленности, как: нефтегазовая промышленность, электроэнергетика, металлургия, пожарные службы, автомобилестроение, стекольная и керамическая промышленность, кузнечно-прессовое и термическое производство, сварочные работы.

Для этих отраслей материалы должны быть огнестойкими и термостойкими, также защищать тело человека от возникновения электрической дуги и возгорания, попадания на тело расплавленного металла. К специальной защитной одежде для сотрудников этих отраслей предъявляются высокие требования.

Огнестойкость этих материалов достигается за счет дополнительной обработки текстильных материалов замедлителями горения, а также при выработке их из трудно воспламеняемых химических волокон.

Традиционным материалам спецодежды (сукно, брезент, кожевенный спил) на смену пришли новые инновационные материалы: арамидные волокна и текстильные материалы на их основе.

Проанализировав потенциальный рынок огнезащитных материалов, были выявлены отрасли, где существуют наиболее сложные условия труда. Ежегодно потребность в специальной защитной одежде для всех этих отраслей растет.

Производство огнезащитных тканей в России гораздо меньше, чем за рубежом. Проведен анализ ассортимента современных материалов для спецодежды зарубежных и отечественных производителей.

Анализ спецодежды импортного производства показал, что в последнее время за рубежом для защитной одежды чаще всего используются огнестойкие волокна торговых марок Номекс® (Nomex), Кевлар® (Kevlar), Кермель® (Kermel). Одежда из этих волокон обладает огнезащитными свойствами в процессе эксплуатации, имеет хорошую стойкость к различным химическим реагентам, небольшое выделение токсичных газов в пламени, одежда легкая и комфортная, с большим сроком службы [1].

На сегодняшний день в России ряд научно-исследовательских и торговых фирм занимаются проблемами разработки защитной спецодежды для рабочих различных отраслей промышленности. Для создания такой одежды по импорту закупаются материалы: нити, смесовая пряжа. В отечественных огнезащитных тканях преобладают огнестойкие волокна в основном зарубежного производства, что приводит к импортной зависимости.

При изучении материалов, связанных с огнезащитными свойствами, выявлено, что по-прежнему в производстве широко используются традиционные материалы.

Также изучение ряда стандартов с требованиями, предъявляемыми к тканям при изготовлении защитной спецодежды для металлургов и сварщиков, позволило определить и выделить основные свойства и характеристики тканей, которые представлены в табл. 1.

	специальные	физико-механические	гигиенические
Характеристики	<ul style="list-style-type: none"> - кислородный индекс, % - огнестойкость - имеет остаточное тление/горение, с - удельное сопротивление, Ом - тепловое сопротивление, м²кВт 	<ul style="list-style-type: none"> - разрывная нагрузка, Н - износоустойчивость - стойкость к истиранию 	<ul style="list-style-type: none"> - воздухопроницаемость, дм³ - гигроскопичность, %

В то же время на сегодняшний день можно наблюдать широкое применение трикотажных полотен во всех областях жизнедеятельности. Это происходит из-за быстрого темпа развития производства полимерных материалов, которые обладают термостойкостью, светочувствительностью, электропроводностью, электроизоляционностью.

Развивается производство трикотажа технического назначения, так как трикотажное полотно, в отличие от других текстильных материалов, обладает деформационными свойствами. Благодаря новым автоматизированным трикотажным машинам можно вывязывать полотна (изделия) сложных форм, цельновязанные изделия (например, балаклавы, перчатки, чулочно-носочные изделия).

Учитывая все возможности трикотажного полотна, его можно широко применять для изделий специального назначения.

Огнестойкое полотно должно соответствовать требованиям эксплуатации и иметь максимальную защиту от опасных и вредных факторов (открытого пламени, высоких температур).

В связи с этим установим требования к огнезащитным трикотажным полотнам [2]:

1) поверхностная плотность не более 450...600 г/м²;

2) воздухопроницаемость не менее 30...50 (t↑), 20...40 (норма), 8...40 (t↓) дм³/м²/с;

3) гигроскопичность не менее 8...20%;

4) специальная одежда, предназначенная для использования в пожароопасной среде, должна изготавливаться из материалов, исключающих искрообразование;

5) специальная одежда должна обладать минимальной массой и не снижать требования к прочности конструкции и эффективности ее защитных свойств при эксплуатации;

6) индекс передачи теплового излучения должен быть более 8 секунд при прохождении теплового потока через полотно плотностью 20 кВт/м²;

7) специальные материалы должны выдерживать воздействие открытого пламени в течение 30 с, не должны тлеть, гореть и расплавляться при выносе из пламени, не допускается также остаточное тление и горение;

8) разрывная нагрузка специальной одежды при защите от искр и брызг расплавленного металла должна соответствовать не менее 800 Н;

9) устойчивость к прожигающему элементу, нагретому до температуры 800°С, должна составлять ~ 50 секунд;

10) линейная плотность пряжи: 16,7 текс × 1/20 (25 текс × 1);

11) устойчивость окраски при воздействии пота, трения и стирки: 3...4 балла;

12) сохранение устойчивости к воздействию открытого пламени после более 5 химических стирок;

13) полотно не должно удерживать на своей поверхности искры и брызги расплавленного металла.

Реализация требований может осуществляться за счет сырьевого состава и структуры полотна.

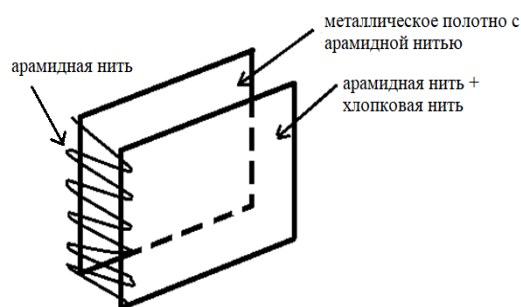


Рис. 1

Комплекс специальных свойств можно осуществить с помощью трикотажа многослойных структур. Двухслойное полотно, один слой (внешний) предназначен для защиты от ожогов, данный слой полотна мо-

жет быть выполнен из двух разных по свойствам нитей или волокон (например, одновременное вязание слоя трикотажного полотна из арамидной и стальной нитей); другой слой (внутренний) соприкасается с телом и обладает гигиеническими свойствами (рис. 1 – схематическая модель двухслойного трикотажного полотна).

Арамидное волокно самое устойчивое к действию радиации и ультрафиолетовых лучей (воздействие до 300 ч не влияет на физико-механические свойства), сохраняет первоначальную прочность примерно 90%.

Изделия, изготовленные из арамида, отличаются высокой теплозащитой и стабильностью размеров при высоких температурах и высокой влажности, абсолютно негорючие.

При этом каждый слой может быть разным по структуре и плотности. За счет этого обеспечивается заданная величина материалоемкости.

Экспериментальные образцы были разработаны на трикотажном оборудовании.

ВЫВОДЫ

1. В результате анализа отечественных и импортных производителей огнезащитных тканей было установлено, что огнезащитные свойства текстильных материалов достигается путем:

- применения огнезащитных пропиток для обработки поверхностей;
- использования огнестойких негорючих волокон и нитей импортного производства.

2. Выделены основные характеристики и свойства тканей при изучении стандар-

тов, связанных с требованиями, предъявляемыми к материалам при изготовлении специализированной защитной одежды для металлургов и сварщиков.

3. Изучены материалы и установлены требования для трикотажных огнестойких полотен.

4. Разработано двухслойное трикотажное полотно, слои которого одновременно защищают от ожогов, искр и брызг расплавленного металла и обладают гигиеническими свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шамиданова А.Б., Рябова И.И. Разработка и исследование двухслойного трикотажа с огнезащитными свойствами // Сб. науч. статей: ИНТЕКС-2018. Ч. 1. Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности. – М.: Изд-во РГУ им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). С. 46...48.

2. Судебные и нормативные акты РФ http://sudact.ru/law/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n_1/tr-ts-0192011/4/

REFERENCES

1. Shamidanova A.B., Ryabova I.I. Razrabotka i issledovanie dvukhsloynogo trikotazha s ogneshchitnyimi svoystvami // Sb. nauch. statey: INTEKS-2018. Ch. 1. Innovatsionnoe razvitie legkoy i tekstil'noy promyshlennosti. – M.: Izd-vo RGU im. A.N. Kosygina (Tekhnologii. Dizayn. Iskusstvo). S. 46...48.

2. Sudebnye i normativnye akty RF http://sudact.ru/law/reshenie-komissii-tamozhennogo-soiuza-ot-09122011-n_1/tr-ts-0192011/4/

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 02.09.19.

**ТОРГОВАЯ МАРКА "ИВАНОВСКИЙ ТЕКСТИЛЬ"
В РИТЕЙЛЕ:
СТАНОВЛЕНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**TRADEMARK "IVANOVO TEXTILE"
IN RETAIL:
FORMATION, TRENDS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

A.E. ИЛЛАРИОНОВ, А.И. НОВИКОВ, И.И. САВЕЛЬЕВ, П.С. СЕЛЕЗНЕВ

A.E. ILLARIONOV, A.I. NOVIKOV, I.I. SAVELEV, P.S. SELEZNEV

(Владимирский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимирский юридический институт Федеральной службы исполнения наказаний России, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

(Vladimir Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs, Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Financial University under the Government of the Russian Federation, Lomonosov Moscow State University)

E-mail: acillar@yandex.ru; novikov-ivanovo50@yandex.ru; sii-30@mail.ru; deppol@fa.ru

Рассмотрены вопросы формирования торговой марки "Ивановский текстиль" в ритейле; раскрыт механизм особенностей функционирования торгово-производственного комплекса, тенденции и перспективы его развития.

The issues of the formation of the Ivanovsky Textile brand in retail are considered; the mechanism of the performance features of the trade and production complex, trends and prospects for its development is disclosed.

Ключевые слова: торгово-производственный комплекс, торговая марка, ивановский текстиль.

Keywords: trade and production complex, trademark, Ivanovo textile.

Производство текстильной продукции и швейных изделий занимает одно из важнейших мест в производстве общественного продукта России и удовлетворении потребностей населения страны.

В настоящей статье поставлена задача рассмотреть процесс формирования и функционирования торгово-производственного комплекса по производству и торговле текстильной продукцией и швейными изделиями под торговой маркой "Ивановский текстиль" и подвести научно-методологическую базу.

Становление торгово-производственного комплекса "Ивановский текстиль"

Считается, что легкая промышленность Ивановской области зародилась в XVII веке в связи с образованием первых кустарных мастерских по изготовлению тканей. (До 1918 г. половина территории Ивановской области входила в состав Владимирской Губернии). До начала реформирования народного хозяйства в России (90-е годы прошлого века) основным производителем тканей в стране считался Ивановский регион.

Предприятия текстильной промышленности Ивановской области выпускали до 70% хлопчатобумажных тканей в России.

Тенденции развития торгово-производственного комплекса "Ивановский текстиль"

В результате рыночных реформ из некогда могущественной текстильной отрасли Ивановского региона остались лишь некоторые производства, которые представлены преимущественно ткацкими и отделочными предприятиями, остальные обанкротились. То есть Ивановскую область можно отнести к регионам с высоким уровнем локализации легкой промышленности [6, с.305...310].

Произошло укрупнение текстильных производств не только за счет присоединения текстильных предприятий, но и расширение видов экономической деятельности за счет швейных производств и торговли. Этот процесс отражает инновационные и инвестиционные тенденции в Ивановском регионе [2, с.9...14].

На производственных площадях текстильных предприятий в первом десятилетии XXI в. в Иванове сформировался всероссийский центр по производству и реализации текстильной продукции и швейных изделий, по существу Иваново стало торговой зоной общероссийского значения [4, с.254...259]. В Иванове сформировалось пять основных торгово-выставочных центров по продаже текстильной продукции и швейных изделий: торговый комплекс "Текстильщик", текстильный комплекс "Текстиль град", отраслевой текстильный комплекс "Текстиль Профи-Иваново", торговый комплекс "Текстиль Макс" и текстильный центр "РИО". В процессе своего развития эти торгово-выставочные центры расширили ассортимент за счет продукции других регионов, что привлекло дополнительное количество покупателей [5, с.212].

Методом сплошной выборки нами установлено, что по состоянию на 01.01.2018 г. на площадях вышеуказанных торгово-выставочных центров г. Иванова представлены предприятия по торговле следующим ассортиментом: одежда и обувь – 730 единиц, ткани; домашний текстиль, шторы – 499 единиц; трикотажные изделия, белье –

332 единицы; спецодежда, швейная фурнитура – 386 единиц, чулочно-носочные изделия, платки, шарфы, перчатки – 107 единиц; головные уборы, меха, изделия из кожи – 528 единиц; оборудование и запчасти для швейного производства и сопутствующие товары – 173 единицы и др. Обобщение интернет-источников позволило определить общее количество торговых предприятий в Ивановской области, реализующих продукцию под торговой маркой "Ивановский текстиль" – 1312.

Анализ показал, что наблюдается тенденция опережающих темпов роста розничного товарооборота в Ивановском регионе по сравнению с общероссийскими масштабами, особенно в период кризисов 2008-2010 гг. и 2014-2017 гг. Индекс физического объема оборота розничной торговли в процентах к предыдущему году составил в отдельные годы более 20%. (2008 г. – 133,9%; 2010 г. – 112,2%; 2011 г. – 117,1%; 2012 г. – 120,4%), то есть наблюдается положительное влияние конкретной торговой марки в ритейле Ивановской области [9].

Заслуживает внимания механизм функционирования предприятий, реализующих продукцию под торговой маркой "Ивановский текстиль".

Получили развитие шоп-туры, которые организует администрация торгово-выставочных центров с целью активизации продажи и привлечения дополнительных покупателей из соседних регионов (табл. 1 – структура розничного и мелкооптового товарооборота текстильных и швейных изделий на площадках торгово-выставочных центров г. Иванова [3]).

Анализ позволил определить увеличение числа покупателей (более чем на 1,3 млн. чел./год), рост внутреннего спроса и размер увеличения денежной выручки предприятий торгово-производственных комплексов под торговой маркой "Ивановский текстиль". Совокупный объем выручки превысил в 2011 г. 34 млрд. руб., в том числе за счет иногородних покупателей – около 20 млрд. руб., причем 4/5 от этой выручки предназначено для последующей перепродажи.

Т а б л и ц а 1

Покупательские потоки	Число покупателей, тыс. чел. в год	Цена покупки, руб.	Стоимость покупок, тыс. руб.
<i>Иногородние (не Ивановского региона):</i>	1337,8	-	19799
в том числе покупатели для личных нужд и дома	813,4	5000	4067,0
мелкооптовые покупатели	524,4	30000	15732,0
<i>Ивановские покупатели, включая районы Ивановской области:</i>	3343,6	-	14509,5
в том числе покупки для личных нужд и домашнего пользования	2948,4	900	2653,5
мелкооптовые покупатели	395,2	30000	11856,0
<i>Всего покупателей:</i>	4681,4	-	34308,5
в том числе покупки для личных нужд и домашнего пользования	3797,8	-	6720,5
мелкооптовые покупатели	919,6	-	27588

П р и м е ч а н и е. Источник: Анализ проведен под руководством одного из авторов А.И. Новикова аспирантами: И.В. Некрасовой и С.В. Гриво. Результаты исследования нашли отражение при формировании эмпирической базы их диссертационных исследований и опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Таким образом, давая оценку процессу развития торгово-производственного комплекса в Ивановской области с точки зрения общественного воспроизводства, следует отметить положительное влияние продукции под торговой маркой "Ивановский текстиль" как на экономику Ивановского региона в целом, так и социальное благополучие населения в частности [1, с.116...125]. С нашей точки зрения, этому явлению в наибольшей степени соответствует теория спилловер-эффектов или эффектов перелива, когда одни экономически значимые события ведут к возникновению других [7, с. 5...21].

Во-первых, была частично решена проблема занятости за счет перетока трудовых ресурсов (рабочих кадров) из обанкротившихся предприятий текстильной промышленности в торговлю и швейное производство, отличающихся высокой трудоемкостью. По данным Росстата по Ивановской области среднесписочная численность работающих в этой сфере только по официальным источникам возросла по состоянию на 01.01.2017 г. в 2,5 раза с 8,0 до почти 20 тыс. человек.

Во-вторых, финансовая аллокация позволила региону стабилизировать ситуацию с денежными доходами населения.

В-третьих, валовый региональный продукт возрос с 44,4 млрд. руб. в 2005 г. до 179,6 млрд руб. в 2016 г., то есть в 4 раза.

В-четвертых, сформировалась торговая марка "Ивановский текстиль", отличительными особенностями которого стали: низкий сегмент цен, ориентация на покупателя "экономкласса";

В-пятых, сложилась устойчивая структура ассортимента (постельное белье, одежда, подушки, одеяла, покрывала, пледы, махровые изделия, товары для кухни, спец-одежда, медицинская одежда, шторы и др.).

В-шестых, под торговой маркой "Ивановский текстиль" получила развитие торговля текстильной продукцией и швейными изделиями не только ивановских предприятий, но и других регионов, но отвечающих вышеуказанным требованиям.

В-седьмых, за счет перераспределения доходов из сферы торговли в производственную сферу удалось частично модернизировать существующие текстильные производства и повысить их конкурентоспособность. В результате доля текстильного производства для Ивановской области составляет одну треть от общего объема производства в обрабатывающих отраслях (33,4%).

Перспективы развития торгово-производственного комплекса "Ивановский текстиль"

В настоящее время наблюдаются процессы миграции продукции под торговой маркой "Ивановский текстиль" в другие регионы. Обобщение интернет-сайтов рас-

пространения продукции позволило установить масштабы миграции. По состоянию на 01.01.2018 г. в 61 регионе Российской Федерации имеется сеть магазинов, реализующих продукцию под торговой маркой "Ивановский текстиль". Продукция с этой торговой маркой широко представлена в Москве, Санкт-Петербурге и других крупных городах, включая регионы Севера и Сибири.

Рассмотрим продвижение продукции под торговой маркой "Ивановский текстиль" на территории Владимирской области. Во-первых, был открыт торговый комплекс "Ивановские мануфактуры" в г. Владимире, в котором представлены все группы товаров, соответствующих этой торго-

вой марке. Во-вторых, имеются отделы по торговле товарами под торговой маркой "Ивановский текстиль" уже в 12 магазинах г. Владимира, не считая ярмарки. В-третьих, во всех районных городах Владимирской области имеются магазины или отделы, торгующие продукцией под торговой маркой "Ивановский текстиль".

Исходя из этого, сформулируем и методически обоснуем формирование торговой сети во Владимирском регионе под торговой маркой "Ивановский текстиль", используя экономико-математический аппарат [8]. Целесообразность открытия магазина (секции) в том или ином поселении можно выразить формулой:

$$C_q = \sum_{i=1}^m (c_{ij} + E_n P_{ij}) x_{iq} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{ij} x_{ij}) \rightarrow \min,$$

где n – количество городов, поселений в регионе; j – номер $j = \overline{1, n}$ – номер населенного пункта; N_j – численность населения; r_{ij} – расстояние i и j – расстояние между пунктами; i – индекс $i = \overline{1, m}$ – индекс пункта размещения; Q_j – количество типовых предприятий торговли; q – номер $q = \overline{1, Q}$ – номер типового предприятия торговли; V_j – спрос в j -м населения в этом населенном пункте; b – рекомендуемые нормы потребления; $R_{\text{доп}}$ – максимально допустимый радиус передвижения; x_{ij} – численность j -го i -го; c_{iq} – текущие x_{iq} затраты; p_{iq} – единовременные x_{iq} затраты (факт); c_{ij} – затраты i в j на поездку одного покупателя в г. Иванове на ярмарку; E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений.

С точки зрения продвижения продукции под маркой "Ивановский текстиль" можно отметить наиболее успешную организацию ООО "Ивановская текстильная компания", результаты работы которой приведены ниже: штат – 28 человек; объединяет 2 швейных цеха; выручка за 2017 г. составила 254,7 млн. руб.; уровень рентабельности экономической деятельности составил 5%; рейтинг среди предприятий подобного типа (в группе 300...400 место); рейтинг в категории спецодежда и пр. (5...10 место).

В Ы В О Д Ы

1. Раскрыта социально-экономическая сущность продукции под торговой маркой "Ивановский текстиль" и обоснованы ее свойства.

2. Доказано, что торгово-производственный комплекс "Ивановский текстиль" представляет собой самоорганизующуюся, целостную систему, которая в процессе трансформационных изменений воспроизводит свои элементы, преобразует неэффективные и создает новые.

3. Системным свойством, объединяющим все элементы этой системы в целостность, является повышение эффективности функционирования всего комплекса в целом и каждого элемента в отдельности и отражает процесс его адаптации к новым требованиям конкуренции.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Акбулатова Д.Р. Влияние собственных торговых марок на результативность розничной сети // Маркетинг и маркетинговые исследования. – 2014, № 2. С. 116...125.

2. Малкова Т.Б., Халезов А.В., Выполскова Е.Н., Масюк Н.Н. Актуальные вопросы инвестиционно-инновационного механизма в Ивановском регионе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №2. С. 9...14.

3. Некрасова И.В., Новиков А.И., Солдатов В.В. Преодоление неопределенностей построения торгово-промышленного комплекса по производству и реализации текстильной продукции и швейных изделий: логистические аспекты // Экономика образования. – 2011, № 5. С. 204...207.

4. Некрасова И.В., Новиков А.И., Солдатов В.В. Основные направления интеграционного процесса в текстильном производственно-торговом комплексе (по материалам Ивановской области) // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Региональная экономика: теория, проблемы, практика. / Под общ. ред. Илларионова А.Е., Дигилиной О.Б. и Кретинина В.А. – Владимир: Владимирский филиал РАГС, ВКИ "Собор", 2010. С. 254...259.

5. Новиков А.И., Некрасова И.В. Особенности формирования торгово-производственного комплекса текстильных и швейных изделий: региональный аспект // Экономика образования. – 2010, №3. С. 212.

6. Фаттахов Р.В., Строев П.В., Низамутдинов М.М., Орешиников В.В., Фаттахов М.Р., Абдикеев Н.М. Развитие регионов России с высоким уровнем локализации легкой промышленности: проблемы миграции // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №4. С. 305...310.

7. Федорова Е., Барихина Ю. Оценка горизонтальных и вертикальных спилловер-эффектов от прямых иностранных инвестиций в России // Вопросы экономики. – 2015, № 3. С. 5...21.

8. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности. – М.: Финансы и статистика, 2005. С.72...73.

9. Россия в цифрах // Стат. сборник. – Росстат, 2018.

REFERENCES

1. Akbulatova D.R. Vliyaniye sobstvennykh torgovykh marok na rezul'tativnost' roznichnoy seti // Marketing i marketingovye issledovaniya. – 2014, № 2. S. 116...125.

2. Malkova T.B., Khalezov A.V., Vypolskova E.N., Masyuk N.N. Aktual'nye voprosy investitsionno-innovatsionnogo mekhanizma v Ivanovskom regione // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, №2. S. 9...14.

3. Nekrasova I.V., Novikov A.I., Soldatov V.V. Preodolenie neopredelennostey postroeniya torgovopromyshlennogo kompleksa po proizvodstvu i realizatsii tekstil'noy produktsii i shveynykh izdeliy: logisticheskie aspekty // Ekonomika obrazovaniya. – 2011, № 5. S. 204...207.

4. Nekrasova I.V., Novikov A.I., Soldatov V.V. Osnovnye napravleniya integratsionnogo protsessu v tekstil'nom proizvodstvenno-torgovom komplekse (po materialam Ivanovskoy oblasti) // Мат. Mezhdunar. nauchn.-практ. конф.: Regional'naya ekonomika: teoriya, problemy, praktika. / Pod obshch. red. Illarionova A.E., Digilinoy O.B. i Kretinina V.A. – Vladimir: Vladimirskiy filial RAGS, VKI "Sobor", 2010. S. 254...259.

5. Novikov A.I., Nekrasova I.V. Osobennosti formirovaniya torgovo-proizvodstvennogo kompleksa tekstil'nykh i shveynykh izdeliy: regional'nyy aspekt // Ekonomika obrazovaniya. – 2010, №3. S. 212.

6. Fattakhov R.V., Stroeв P.V., Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V., Fattakhov M.R., Abdikeev N.M. Razvitie regionov Rossii s vysokim urovnem lokalizatsii legkoy promyshlennosti: problemy migratsii // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, №4. S. 305...310.

7. Fedorova E., Barikhina Yu. Otsenka gorizontallykh i vertikal'nykh spillover-effektov ot pryamykh inostrannykh investitsiy v Rossii // Voprosy ekonomiki. – 2015, № 3. S. 5...21.

8. Fomin G.P. Matematicheskie metody i modeli v kommercheskoy deyatelnosti. – М.: Finansy i statistika, 2005. S.72...73.

9. Rossiya v tsifrakh // Stat. sbornik. – Rosstat, 2018.

Рекомендована кафедрой частноправовых дисциплин ВЮИ ФСИН России. Поступила 20.01.19.

**СОДЕРЖАТЕЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
ВИРТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ
В ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ ЯЗЫКУ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ СЕРВИСОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБЛАКА СЛОВ)**

**SUBSTANTIVE AND METHODOLOGICAL CONDITIONS
FOR USING VIRTUAL TEXT ANALYSIS TECHNOLOGY
IN PRACTICE OF TEACHING LANGUAGE OF SPECIALTY
(ON EXAMPLE OF SERVICES FOR CREATION OF WORD CLOUD)**

С.К. МИЗАНБЕКОВ, Ф.З. СЕИТОВА, Ж.М. УТЕСБАЕВА, А.Ж. КУЛЬБАЕВА

S.K. MIZANBEKOV, F.Z. SEITOVA, J.M. UTESBAEVA, A.ZH. KULBAEVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: serik_mizanbekov@mail.ru

Статья посвящена методическим вопросам внедрения виртуального анализа текста в процессе обучения профессиональному русскому языку. Рассмотрены потенциальные возможности сервисов для создания "облака слов", которые обеспечивают высокую информативную емкость учебно-языкового материала, стимулируют познавательную активность будущих специалистов.

The article is devoted to the methodological issues of introducing virtual text analysis in the process of teaching professional Russian. The potential capabilities of services for creating a "word cloud", which provide a high informative capacity of educational and language material, stimulate the cognitive activity of future specialists, are considered.

Ключевые слова: "облако слов", виртуальный анализ текста, электронные образовательные ресурсы.

Keywords: "word cloud", virtual text analysis, electronic educational resources.

В современных концепциях обучения языку специальности использованию стратегии виртуального анализа текста уделяется большое внимание, так как создание структурно-графической модели в сжатом компактном виде ("облако слов") соответствует свойству человека мыслить образами, а выделение в нем смысловых опорных пунктов способствует эффективному запоминанию анализируемой лексики, открывает широкие перспективы повышения качества преподавания и уровня учебных достижений обучающихся.

Для более точного понимания возможностей использования виртуального анализа текста в процессе обучения профессиональному русскому языку необходимо рассмотрение ключевых понятий (электронные образовательные ресурсы, текстографическое "облако слов"), поскольку они играют ведущую роль в определении факторов и условий эффективности обучения с использованием новой технологической основы учебного процесса.

➤ Рассуждение (тезис, аргументы, вывод, могут присутствовать антитезис и контраргументы).

5. Выделить композиционные части текста, характерные для данного типа.

6. Составить план текста.

7. Определить стилевую принадлежность текста. Сделать вывод (предположение) о жанровой специфике текста. Охарактеризовать языковые приметы стиля и жанра, присутствующие в данном тексте.

ВЫВОДЫ

Особенностью использования сервисов "облако слов" является наглядность восприятия учебного материала, его модульность, возможность регулировать процесс усвоения знаний (крупный план с гипертекстовыми ссылками), то есть создание полнофункциональных моделей для изучения логико-смысловой структуры и лингводидактической интерпретации учебно-языкового материала, актуального для будущих специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Осин А.В.* Мультимедиа в образовании: контекст информатизации. – М.: Издательский сервис, 2004.

2. *Полат Е.С.* Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. – М.: Академия, 2002.

3. *Низамова М.Н.* Развитие лингвистической креативности студентов текстильного профиля в процессе языковой подготовки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С.315...318.

4. *Сеитова Ф.З.* Особенности преподавания терминологии графических материалов и инструментов студентам специальностей легкой промышленности (на материале английского языка) // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С. 326...331.

5 *Бессчетнова Л.В.* Усвоение парадигматических отношений текстильных терминов при обучении профессиональному русскому языку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №6. С. 311...315.

REFERENCES

1. *Osin A.B.* Mul'timedia v obrazovanii: kontekst informatizatsii. – M.: Izdatel'skiy servis, 2004.

2. *Polat E.S.* Novye pedagogicheskie i informatsionnye tekhnologii v sisteme obrazovaniya. – M.: Akademiya, 2002.

3. *Nizamova M.N.* Razvitie lingvisticheskoy kreativnosti studentov tekstil'nogo profilya v protsesse yazykovoy podgotovki // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, № 4. S. 315...318.

4. *Seitova F.Z.* Osobennosti prepodavaniya terminologii graficheskikh materialov i instrumentov studentam spetsial'nostey legkoy promyshlennosti (na materiale angliyskogo yazyka) // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, № 4. S. 326...331.

5 *Besschetnova L.V.* Usvoenie paradigmaticeskikh otnosheniy tekstil'nykh terminov pri obuchenii professional'nomu russkomu yazyku // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, №6. S.311...315.

Рекомендована отделом организации научной работы. Поступила 01.04.19.

МИНИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМА ОТХОДОВ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

MINIMIZE THE AMOUNT OF WASTE GENERATED BY THE TEXTILE INDUSTRY

А.Ф. БАРАНОВА, С.Н. МАМЕДОВ, И.В. ПОГОДИНА

A.F. BARANOVA, 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: afbaranova@gmail.com; sabir-40@mail.ru; irinapogodina@mail.ru

В статье рассмотрена ситуация в России и в мире с текстильными отходами. Предложены некоторые альтернативы для уменьшения объема текстильных отходов в промышленности и при сборе коммунальных отходов. Предложены меры по минимизации текстильных отходов в процессе производства и потребления. Предлагается повторно ввести текстильные отходы в производственную цепочку для получения новых материалов, например, панелей, которые используются в строительстве.

The article considers the situation in Russia and in the world with textile waste. Some alternatives are proposed to reduce the amount of textile waste in industry and in the collection of municipal waste. Measures to minimize textile waste in the process of production and consumption are proposed. It is proposed to re-introduce textile waste into the production chain to produce new materials, such as panels, which are used in construction.

Ключевые слова: текстиль, отходы, уменьшение объема текстильных отходов, утилизация, повторное использование, панели в строительстве.

Keywords: textiles, waste, reducing the volume of textile waste, recycling, reuse, panels in construction.

Мы живем в эпоху потребления, когда мода меняется очень быстро, дефицита одежды нет, используются вещи с коротким сроком службы. Нынешняя модель производства одежды не учитывает воздействия на окружающую среду, наполняет наши шкафы низкокачественными платьями, брюками или рубашками, обреченными стать ненужными. Если в 2000 г. мы надевали куртку 200 раз, пока мы ее не выбросили, сейчас мы делаем это только 128 раз. Ежегодно в России продается около 460 млн. шт. одежды, причем в этом объеме преобладает импортная продукция: ее доля на

протяжении последних нескольких лет составляет порядка 80% [7]. Данных о качестве изделий не выявлено.

Производство сезонной одежды с коротким сроком службы стимулирует увеличение количества текстильных отходов. По мере того, как общество все больше потребляет, производится и больше отходов, которые, в свою очередь, занимают значительные площади и загрязняют окружающую среду. Эти отходы часто состоят из ресурсов, которые могут быть переработаны и использованы вторично.

В Европе развита сфера выборочного сбора и продажи подержанной одежды. Довольно распространена сеть контейнеров для сбора текстиля и обуви в общественных местах. В России подобная практика лишь начинает внедряться, практически вся старая одежда отправляется на захоронение.

Согласно мировой статистике от 5 до 10% массы коммунальных отходов составляют текстильные изделия [9]. В Канаде 10% собранной одежды продается в благотворительных магазинах, а 90% сданного текстиля поступает в переработку. В Англии около 50% собранного текстиля используется повторно, и около 50% подвергается вторичной переработке [8]. Известно, что текстиль в твердых коммунальных отходах в РФ составляет около 5% [12]. Есть страны, где цифры статистики отличаются. Так в Аргентине текстильные отходы составляют от 1 до 5% веса всех отходов [2].

Установлено, что количество текстиля в твердых коммунальных отходах превышает количество производственных отходов и его следует считать одним из источников сырья для получения вторичных материалов. Процесс переработки потребительских текстильных отходов трудоемкий и состоит из последовательных этапов: сбор, сортировка, транспортировка, переработка. Переработка подержанной одежды позволяет сократить выбросы парниковых газов на 53%, уменьшить загрязнение, связанное с химической обработкой, на 45% и снизить уровень эвтрафикации воды на 95% [6].

Согласно информации, предоставленной Информационным центром по текстилю и одежде (CITUC), только в Испании в 2011 г. было произведено 301 600 тонн текстильных отходов [3]. По последней стране можно привести следующие цифры от Cooperativa Roba Amiga (организация, занимающаяся сбором старой одежды): 10% одежды продается в магазинах социальных предприятий, 45% повторно используется через экспорт (в Африку, страны Востока) и еще 40% перерабатывается, становясь сырьем (хлопок, шерсть) для экспорта (лишь небольшая часть перерабатывается в самой Испании). Наконец, менее 5% уходит на

свалку. Таким образом, согласно этим данным более 70% собранной одежды идет на экспорт. Эти данные совпадают с цифрами в отчете Asirtex [1].

Растет интерес к тому, что происходит с выброшенным текстилем. Аналитический обзор 26 научных статей и трех технических отчетов о составе коммунальных отходов со всего мира показал, что содержание текстиля в отходах находится в пределах от 0,5 до 22%. В большинстве исследований текстиль рассматривался как единая фракция, и только в трех работах рассматривался вопрос о возможности его переработки. Однако Nørgaard с соавторами указывают, что нет четкого определения текстиля, и поэтому невозможно узнать, какие текстильные фракции содержались в исследованиях, или сравнить результаты исследований [4]. Отсутствие определения, количественных характеристик и оценки качества недостаточно для оптимизации управления отходами текстиля, следовательно, необходимо проанализировать каждый элемент в соответствии с типом продукта, способом изготовления, составом волокна и общим количеством.

В Дании провели оценку текстиля в остаточных отходах в 17 районах страны. Оценка качества текстиля в отходах показала, что в среднем 65% текстиля для одежды и домашнего хозяйства можно использовать повторно [4].

В последние годы практически во всех странах ищут новые подходы по сокращению текстильных отходов и улучшению управления этим процессом.

Текстильные отходы можно классифицировать на:

- постиндустриальные: побочные продукты пряжи и тканей для производства и продажи всех видов текстильных изделий;
- постпотребительские: они поступают из одежды, домашнего текстиля и других текстильных изделий для особых целей, таких как автомобильная обивка, ковры и т. д. Обычно после использования они выбрасываются.

Этапы утилизации текстиля:

1. Классификация: собранные ткани классифицируются вручную и разделяются

в зависимости от их состояния и типов сырья (используемых волокон, которые их составляют):

- текстиль, который можно использовать повторно: обувь и предметы одежды, которые перепродаются как есть;

- текстиль, который нельзя использовать повторно: требуется введение в текстильный производственный процесс для дефибрации и возобновления текстильного процесса (пряжи).

2. Дефибрация: текстиль "измельчается" и снова превращается в волокна. В зависимости от конечного использования могут быть включены смеси с другими волокнами.

3. Кардообразование: полученные волокна подвергаются процессу кардочесания для очистки и смешивания.

4. Прядение: материал вращается и таким образом готовится для последующих процессов плетения. Как правило, эти типы пряжи имеют более толстые сорта, поскольку длина волокон недостаточно велика для получения тонких нитей.

В зависимости от конечного использования иногда нет необходимости раскручивать материал, его можно просто сжать, чтобы создать текстильные наполнители, либо тип ткани, называемый нетканым, который состоит из ткани, образованной волокнами, которые посредством различных процессов (шить, сшивать, склеивать и т. д.) становятся текстилем для различных целей, например, для ковров, покрытий, подкладок, тряпок и т. д.

Анализируя происходящие в отрасли качественные изменения, можно говорить о росте значимости синтетических тканей, например, в соответствии с данными подготовленного TextileExchange обзора "Preferred Fiber Market Report 2016", на текущий момент доминирующим исходным материалом в производстве пряжи является полиэстер, доля которого по итогам 2015 г. составила 55 %. Сохранение тенденции прогнозируется и в дальнейшем [8].

В случае если отходы состоят из 100% полиэфирных материалов, процесс переработки начинается с разрезания предметов одежды на мелкие кусочки. Ткань после

дробления гранулируется и превращается в очень маленькие кусочки полиэстера. Эти кусочки расплавляются и снова вращаются, образуя нити или новые волокна, которые используются для изготовления новых тканей.

Шерстяные ткани и аналогичные материалы повторно используются в текстильной промышленности, например, в качестве изоляционного материала для автомобилей, крыш, бамперов, шайб и опор для промышленного оборудования, панельных покрытий и наполнения мебели.

Хлопок и шелк используются для изготовления бумаги, а также для производства чистящих и полирующих тканей для различных секторов: от автомобильного до горнодобывающего сектора. Наиболее перерабатываемым является хлопок, волокно которого промышленно используется для производства мягких, впитывающих и проницаемых тканей. Именно благодаря своим характеристикам хлопчатобумажные ткани можно использовать в качестве "чистящей ткани" в различных отраслях промышленности, осуществив предварительную дезинфекцию.

Исследователи из Политехнического университета Мадрида (UPM) провели исследование, в ходе которого из неиспользованных текстильных материалов были получены панели для внутренних работ, которые можно использовать как в новом строительстве, так и при реконструкции зданий. Панель из текстильных отходов улучшает тепловые и акустические параметры зданий, одновременно снижая энергетические потери, связанные с производством строительных материалов и выбросами парниковых газов. Строительный сектор оказывает большое влияние на потребление энергии и выбросы CO₂ в атмосферу. Использование отходов способствует не только снижению энергопотребления при производстве новых продуктов, но и увеличению их жизненного цикла.

Используемые отходы не требуют специальной обработки, поскольку они являются остатками продуктов с контролем качества, таких как производственные отходы и остатки нитей. В процессе исследо-

ваний была разработана панель из конгломерированных текстильных волокон с натуральной гидравлической известью. Согласно проведенным испытаниям обнаружено, что панели с текстильными отходами имеют более низкую плотность по сравнению с другими аналогичными продуктами на рынке, что улучшает их тепловые и акустические характеристики [3].

В Европе действовал проект RESITEX "Альтернативы для сокращения объема отходов в текстильной промышленности путем принятия мер минимизации в процессе производства и потребления", финансируемый Европейской комиссией программы LIFE - Environment, разработанный AITEX (координатор ATEVAL, CITEVE и ATP). В рамках этого проекта предлагалось выявление, классификация и описание поступающих отходов из различных подсекторов текстильной промышленности (пряжение, ткачество, отделка, пошив), определение, классификация и описание технологий минимизации отходов для указанных отраслевых подсекторов, определение применимых технологий минимизации, для уменьшения производства каждого типа отходов, генерируемых текстильной промышленностью. Целью этого проекта являлось подтверждение выгод для предприятий, применяющих эти технологии по сокращению отходов, также рассматривались различные методологии, касающиеся применения передового опыта и наилучших доступных технологий (НДТ), для сведения к минимуму отходов, образующихся в текстильном секторе [5].

ВЫВОДЫ

1. Таким образом, отходы в текстильной отрасли подразделяются на отходы производства, полученные в результате технологического процесса (волокна, нити, ткани, швейные изделия и др.), и потребительские отходы. К отходам потребления относятся одежда, предметы домашнего обихода и т.д., также отходы производственно-технического назначения в виде изношенной спецодежды, покрывал, постельного белья, гардин и т. д.

2. Приведенные выше данные вызывают тревогу – около 90% текстильных отходов попадает на свалки, в то время как они могли бы быть использованы для последующей переработки и/или повторного потребления. При этом следует указать, что используемые в исследовании цифры сложные и переменные, поскольку отсутствует единый субъект для координации изучаемого вопроса даже в европейских странах. Представляется необходимым определить организацию, которая бы координировала потоки производственного процесса в текстильной отрасли, установив расширенную ответственность производителя.

3. Учитывая необходимость комплексного решения проблемы, уместно изучить решения и успешный опыт других стран. Необходима процедура, общая для управления отходами, применимая ко всем подсекторам текстильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Cerrillo Antonio*. "Low cost" Multiplica los residuos textiles // La Vanguardia. Asociación española de recuperadores de economía social y solidaria (aeress). Режим доступа: <http://www.aeress.org/noticias/otras-noticias-de-interes/el-low-cost-multiplica-los-residuos-textiles> (дата обращения: 15.04.2019)

2. INTI Textiles Национальный институт промышленных технологий (г. Буэнос-Айрес, Аргентина). Режим доступа: <http://www.inti.gov.ar/textiles/>, <http://reciclario.com.ar/indice/textiles/>. (дата обращения: 15.04.2019)

3. *Barbero-Barrera M.M., Pombo O., Navacerrada M.Á.* Textile fibre waste bindered with natural hydraulic lime // Composites Part B, Engineering Volume 94, 1 June 2016, Pages 26-33 DOI: 10.1016/j.compositesb.2016.03.013.

4. *Nørup N, Pihl K, Damgaard A, Scheutz C.* Development and testing of a sorting and quality assessment method for textile waste. Режим доступа: <https://www.science-direct.com/science/article/pii/S0956053X18304306?via%3Dihub>; (дата обращения: 10.04.2019).

5. RESITEX - Alternatives for waste volume reduction in the textile sector through the application of minimisation measures in the process and in the consumption. LIFE05 ENV/E/000285. Режим доступа: <https://www.ec.europa.eu/environment/life/project/Projects>. (дата обращения: 11.04.2019).

6. *Walter Leal Filho, Dawn Ellams, Sara Han, David Tyler.* A review of the socio-economic advantages of textile recycling / Journal of Cleaner Production 2018 (2019) 10-20. Режим доступа: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> (дата обращения: 15.04.2019).

7. Анализ рынка одежды в России в 2013-2017 гг. прогноз на 2018-2022 гг./ Данные с сайта АО "РОСБИЗНЕСКОНСАЛТИНГ", Режим доступа <https://marketing.rbc.ru/research/27684/> (дата обращения: 15.04.2019).

8. *Бутов А.М.* Рынок продукции текстильного производства // Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики. – 2017. С.63 Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2017/08/30/1173968035> (дата обращения: 15.04.2019).

9. *Герасимук И.Н., Зимина Е.Л., Коган А.Г.* Автоматизация процесса учета и рационального использования отходов на швейных предприятиях // Мат. докл. Междунар. науч.-практ. конф.: Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика., 30 ноября 2016 г. – Витебск: ВГТУ, 2016. С. 87...94.

10. *Ильичев В.А. и др.* Экологическая безопасность использования текстильных отходов в промышленности строительных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 146...148.

11. ИТС 39–2017. Производство текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции). - Доступ из справочно-правовой системы "Консультант плюс" (дата обращения 26.02.2019).

12. Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_289114. (дата обращения: 11.04.2019).

13. *Радаев В.В., Данилина В.Н., Котельникова З.В., Назарбаева Е.А.* Текущее состояние и перспективы развития легкой промышленности в России // Докл. к XV Апр. Междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. Москва, 1–4 апр. 2014 г. Нац.исслед. ун-т "Высшая школа экономики". – М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2014. С. 333.

REFERENCES

1. Cerrillo Antonio. "Low cost" Multiplica los residuos textiles // La Vanguardia. Asociación española de recuperadores de economía social y solidaria (aeress). Режим доступа: <http://www.aeress.org/noticias/otras-noticias-de-interes/el-low-cost-multiplica-los-residuos-textiles> (дата обращения: 15.04.2019)

2. INTI Textiles Natsional'nyy institut promyshlennykh tekhnologiy (g. Buenos-Ayres, Argentina). Режим доступа: <http://www.inti.gob.ar/textiles/>, <http://reciclario.com.ar/indice/textiles/>. (дата обращения: 15.04.2019)

3. *Barbero-Barrera M.M., Pombo O., Navacerrada M.Á.* Textile fibre waste bindered with natural hydraulic lime // Composites Part B, Engineering Volume 94, 1 June 2016, Pages 26-33 DOI: 10.1016/j.compositesb.2016.03.013.

4. *Nørup N, Pihl K, Damgaard A, Scheutz C.* Development and testing of a sorting and quality assessment method for textile waste. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X18304306?via%3Dihub>; (дата обращения: 10.04.2019).

5. RESITEX - Alternatives for waste volume reduction in the textile sector through the application of minimisation measures in the process and in the consumption. LIFE05 ENV/E/000285. Режим доступа: <https://www.ec.europa.eu/environment/life/project/Projects>. (дата обращения: 11.04.2019).

6. *Walter Leal Filho, Dawn Ellams, Sara Han, David Tyler.* A review of the socioeconomic advantages of textile recycling / Journal of Cleaner Production 2018 (2019) 10-20. Режим доступа: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production> (дата обращения: 15.04.2019).

7. Анализ рынка одежды в России в 2013-2017 гг. прогноз на 2018-2022 гг./ Данные с сайта АО "РОСБИЗНЕСКОНСАЛТИНГ", Режим доступа <https://marketing.rbc.ru/research/27684/> (дата обращения: 15.04.2019).

8. *Butov A.M.* Rynek produktcii tekstil'nogo proizvodstva // Natsional'nyy issledovatel'skiy universitet. Vysshaya shkola ekonomiki. – 2017. S. 63 Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2017/08/30/1173968035> (дата обращения: 15.04.2019).

9. *Gerasimuk I.N., Zimina E.L., Kogan A.G.* Avtomatizatsiya protsessa ucheta i ratsional'nogo ispol'zovaniya otkhodov na shveynykh predpriyatiyakh // Мат. докл. Mezhdunar. nauch.-prakt. конф.: Pere-rabotka otkhodov tekstil'noy i legkoy promyshlennosti: teoriya i praktika., 30 noyabrya 2016 g. – Vitebsk: VGTU, 2016. S. 87...94.

10. *Ильичев В.А. и др.* Экологическая безопасность использования текстильных отходов в промышленности строительных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 146...148.

11. ИТС 39–2017. Производство текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции). - Доступ из справочно-правовой системы "Консультант плюс" (дата обращения 26.02.2019).

12. Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_289114. (дата обращения: 11.04.2019).

13. *Радаев В.В., Данилина В.Н., Котельникова З.В., Назарбаева Е.А.* Текущее состояние и перспективы развития легкой промышленности в России // Докл. к XV Апр. Междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. Москва, 1–4 апр. 2014 г. Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики". – М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2014. С. 333.

Рекомендована кафедрой финансового права и таможенной деятельности. Поступила 02.04.19.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
КАК УСЛОВИЕ СТАНОВЛЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ
БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ**

**USE OF ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES
AS A CONDITION OF THE FORMATION
OF INFORMATION AND TECHNOLOGICAL COMPETENCE
OF FUTURE ENGINEERS**

С.К. МИЗАНБЕКОВ, М.Н. НИЗАМОВА, Л.В. БЕССЧЕТНОВА, А.Ж. КУЛЬБАЕВА, Б.П. АБУОВА
S.K. MIZANBEKOV, M.N. NIZAMOVA, L.V. BESSCHETNOVA, A.ZH. KULBAEVA, B.P. ABUOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: serik_mizanbekov@mail.ru

Статья посвящена вопросам создания и методике применения электронных образовательных ресурсов. Основное внимание в работе акцентируется на принципах разработки образовательного контента и вопросах внедрения универсального инструментария новейших интеллектуальных информационных технологий.

Авторы подчеркивают, что новые программные средства обучения способны адаптировать разноплановое содержание предметных знаний к индивидуальным особенностям и интересам личности, развить у нее навыки самостоятельного поиска и творческой обработки информации и отвечают современным принципам медиаобразовательной педагогики.

The article is devoted to the creation and methodology of the use of electronic educational resources. The main attention in the work is focused on the principles of developing educational content and the introduction of universal tools of the latest intelligent information technologies.

The authors emphasize that the new software teaching tools are able to adapt the diverse content of subject knowledge to the individual characteristics and interests of the individual, develop her skills of independent search and creative processing of information and meet the modern principles of media educational pedagogy.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, мультимедийные средства обучения, вербально-изобразительная наглядность.

Keywords: electronic educational resources, multimedia teaching aids, verbal-visual visualization.

Одной из закономерностей современного этапа развития общества является все большая технологизация образовательного пространства, то есть внедрение инновационных педагогических технологий и реали-

зация методологии электронного образования в особым образом организованном информационно-образовательном пространстве.

Мы согласны с мнением П.В. Сысова и М.Н. Евстигнеева, которые подчерки-

вают, что высоким мотивационным потенциалом для развития личностно-образовательной траектории обучаемого обладает универсальный инструментарий новейших интеллектуальных информационных технологий. Новые программные средства обучения (образовательные сервисы Веб 2.0) способны адаптировать разноплановое содержание предметных знаний к индивидуальным особенностям и интересам личности, развить у нее навыки самостоятельного поиска и творческой обработки информации и отвечают современным принципам медиаобразовательной педагогики: "квантования", "наглядности", "интерактивности и универсальности" [1].

1. Принцип системного квантования основывается на положении о том, что всевозможные типы моделей представления знаний в сжатом компактном виде соответствуют свойству человека мыслить образами. Учебно-языковой материал, расположенный компактно в определенной системе, лучше воспринимается, а выделение в нем смысловых опорных пунктов способствует эффективному формированию языковых навыков и речевых умений.

2. Наглядность, будучи средством моделирования фрагментов объективной действительности, выступает в качестве основы, на которой строится речь, то есть имеет свои лингводидактические возможности для моделирования учебных речевых ситуаций, являющихся стержнем коммуникативности, и позволяет закрепить и расширить знания обучающихся, положительно влиять на коррекцию и развитие всех видов речевой деятельности.

3. Принцип интерактивности и универсальности, то есть использование медиа-контента как средства специализированной коммуникации, синтетического средства обучения (учебник и другие учебные пакеты выполняются в форматах, позволяющих компоновать их в единые электронные комплексы, расширять и дополнять их новыми разделами и темами) актуализирует личностные особенности студентов, а проблемность, аутентичность и интерактивность

обеспечивают формирование коммуникативной мотивации и повышение качества инженерного образования:

- разработка "облаков слов" – это один из способов визуализации текстовой информации (www.tagul.com);

- онлайн-плакатов ThingLink; интеллект-карт (ресурс для структурирования информации в визуальной форме);

- комплекса интерактивных таблиц, упражнений, тестов-тренажеров (Learning Apps, Kahoot.it);

- составление учебных кроссвордов (онлайн-сервис "Фабрика кроссвордов").

П.Я. Гальперин справедливо отмечает, что формирование действия проходит ряд этапов: от действий с материальными объектами, через действия на уровне внешней речи, к действиям в уме [2]. Эта последовательность определяет структуру и содержание методологии электронного образования и необходимость разработки психолого-педагогических закономерностей и методических требований к организации процесса обучения с использованием вербально-изобразительной наглядности мультимедийных средств. Выделяемые параметры качественного выполнения формируемого действия (обобщенность, сокращенность, полнота освоения) задают ориентиры для разработки психолого-аппаратных приемов, направленных на привлечение внимания обучающегося к анализируемому языковому явлению: выделению смысловых опорных пунктов, цветовому и звуковому оформлению, его интенсивности, относительному разнообразию функций.

"Мультимедиа" в нашем понимании означает компьютерную технологию, используемую для представления информации не только текст, но и графику, цвет, звук, анимацию, видеоизображения в любых сочетаниях. Соответственно "мультимедийные средства обучения" – это образцы, которые специально создаются для использования на занятиях по русскому языку и включают методически обработанный лингвистический и экстралингвистический материал (образовательный контент), одновременно пред-

полагающий применение специальной аппаратуры для построения зрительных и звуковых рядов (использование всплывающих подсказок, а также выделение цветом или подсвечиванием частей экрана или рисунков, то есть тех фрагментов, на которых

необходимо сконцентрировать внимание обучающихся).

Например, на рис. 1 представлен кадр анимации – изменение размера; выделение цветом, эффектом.

По способу раскрытия понятия можно выделить следующие типы определений (дефиниций):

Типы определений	Примеры
1 «Классическое определение» (разъясняющее «что есть что», «что является чем»)	Регулятор – автоматическое устройство, реагирующее на отклонения регулируемого параметра от заданного значения.
2 Определение со ссылкой на общее мнение	Под основной стилистической чертой научно-технического текста (понимает) точное и четкое изложение материала.
3 Авторское определение:	Мы считаем , в структурном отношении все термины можно классифицировать следующим образом...
4 Функциональное определение	Прочность эталонных (новых) и изношенных нитей определяется на разрывной машине и подсчитывается сравнительная потеря прочности нити при заданном количестве циклов изнашивания.
5 Определение-описание 1 – общее назначение (функция) предмета; 2 – его составные части (в порядке убывающей важности); 3 – назначение и работа:	Устройство для исследования износостойкости скользящей швейной нити состоит: 1) Основания, на котором установлена стойка для крепления электродвигателя; 2) На валу электродвигателя с помощью цангового зажима закрепляется нитенаправляющая деталь, выполняющая роль абразива; 3) На двух стойках с разных сторон закреплены двочки , куда направляется нить.
6 Определение-перечисление	По технологическому назначению швейные машины различают: машины стачивающие травострочные ; машины стачивающие зигзагообразные ; машины стачивающе-обметочные; машины для выполнения потайных строчек ; полуавтоматы для изготовления пелен ; полуавтоматы длинношовные ; полуавтоматы вышивальные и отделочные .
7 Определение-сравнение (сопоставление):	Системы, имеющие только одну главную обратную связь , называются одноконтурными . Системы, имеющие помимо главной обратной связи одну или несколько местных обратных связей , называются многokonтурными .

Рис. 1

Анимация (динамическая иллюстрация) – это процесс реализации эффекта движения иллюстративного объекта. Создание виртуальных книжных выставок, интерактивных коллажей, слайд-шоу из фотографий, видео- и аудиозаписей высокого качества или рисунков с добавлением фоновой музыки и анимационных эффектов, записи голоса позволяет, во-первых, развивать внимание, память и воображение студентов, умение наблюдать, сравнивать, обобщать и делать выводы, во-вторых, обеспечивать максимальную доступность объекта, передаваемого словом, чувственному восприятию и, как следствие этого, образованию правильных представлений и понятий об анализируемых языковых явлениях, успешному развитию речевых навыков и умений [3].

При изучении предпочтений преподавателей и результатов использования информационных технологий на занятиях было выявлено, что 41% респондентов уделяют достаточное внимание использованию электронных образовательных ресурсов в вузе, 32% преподавателей используют их эпизодически, а 27% не используют вообще.

На рис. 2 показаны предпочтения преподавателей в использовании мультимедийных средств обучения (МСО).

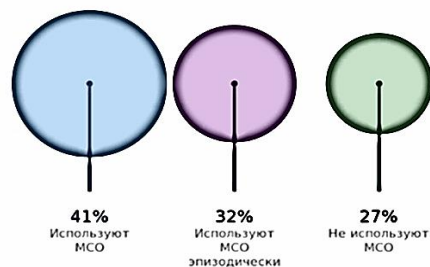


Рис. 2

Отметим, что к наиболее часто используемым в учебном процессе электронным образовательным ресурсам респонденты относят электронные учебники и пособия, демонстрируемые с помощью компьютера и мультимедийного проектора – 77%; электронные энциклопедии и справочники – 57%. Доля образовательных ресурсов Интернета составляет 35% – хотлист (англ. hotlist – список по теме); мультимедийный скрэпбук (добавленные в "мультимедиа скрэпбук" фотографии и картинки могут использоваться не только в качестве иллюст-

ративного материала к занятию, но и для прогнозирования содержания предлагаемых для чтения научно-технических текстов), тестовые тренажеры, дистанционные образовательные программы.

Таким образом, знание психолого-педагогических закономерностей и методических требований к организации процесса обучения с использованием мультимедийных средств позволяет преподавателю конструировать образовательный контент для активизации процесса обучения, для подачи учебно-языкового материала с учетом индивидуальных способностей обучающихся.

ВЫВОДЫ

Образование, построенное на основе мультимедийных средств обучения, – это процесс формирования информационно-технологической компетентности будущих инженеров, обладающих развитой способностью к восприятию и усвоению базовых знаний, умений, навыков; готовностью к информационному обогащению и профессиональной коммуникации, способных достигать значимых результатов в проектной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сысоев П.В., Евстигнеев М.Н. Информатизация языкового образования: основные направления и перспективы. – М., 2012.
2. Гальперин П.Я. Опыт изучения формирования умственных действий // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2017, №4. С.3...20.
3. Попов Н.С., Чукурина Л.Н. Методика разработки мультимедийных учебных пособий. – М.: Машиностроение, 2002.

4. Сеитова Ф.З. Инновационные технологии в обучении профессиональному английскому языку студентов специальностей легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 6. С. 331...334.

5. Низамова М.Н. Формирование дискурсивной компетенции студентов специальностей текстильного профиля // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №4. С. 240...243.

6. Бессчетнова Л.В. Учет синтагматических связей текстильных терминов при обучении профессиональному русскому языку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 4. С.319...322.

REFERENCES

1. Sysoev P.V., Evstigneev M.N. Informatizatsiya yazykovogo obrazovaniya: osnovnye napravleniya i perspektivy. – M., 2012.
2. Gal'perin P.Ya. Opyt izucheniya formirovaniya umstvennykh deystviy // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya. – 2017, №4. S. 3...20.
3. Popov N.S., Chuksina L.N. Metodika razrabotki multimediynykh uchebnykh posobiy. – M.: Mashinostroyeniye, 2002.
4. Seitova F.Z. Innovatsionnye tekhnologii v obuchenii professional'nomu angliyskomu yazyku studentov spetsial'nostey legkoy promyshlennosti // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016, № 6. S. 331...334.
5. Nizamova M.N. Formirovanie diskursivnoy kompetentsii studentov spetsial'nostey tekstil'nogo profilya // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016, №4. S. 240...243.
6. Besschetnova L.V. Uchet sintagmaticeskikh svyazey tekstil'nykh terminov pri obuchenii professional'nomu russkomu yazyku // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, № 4. S.319...322.

Рекомендована отделом организации научной работы. Поступила 01.04.19.

**ДЕВИАЦИИ В РУССКОЙ РЕЧИ
СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**DEVIATIONS IN THE RUSSIAN SPEECH
OF STUDENTS OF TEXTILE INDUSTRY SPECIALTIES**

*Ж.М. УТЕСБАЕВА, Г.А. АМАНГЕЛЬДИЕВА, З.Ж. АУХАДИЕВА,
М.Н. НИЗАМОВА, С.К. МИЗАНБЕКОВ*

*ZH.M. UTESBAEVA, G.A. AMANGELDIYEVA, Z.ZH. AUKHADIYEVA,
M.N. NIZAMOVA, S.K. MIZANBEKOV*

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: @zhumabibi@mail.ru; gulmira_amangeldieva@mail.ru; zauresh.59@mail.ru;
nizamova_mahinur@mail.ru; serik_mizanbekov@mail.ru;

В статье рассматриваются проблемы девиации в русской речи билингов в русле современных лингвистических парадигм, когнитивной и коммуникативной, что дает возможность увидеть "язык в действии", понять процессы, лежащие в основе появления девиантного употребления, на примере освоения языковых и функциональных особенностей предложить инновационную методику обучения русского языка как иностранного.

The article deals with the problems of using deviant adjectives in Russian in line with modern linguistic paradigms, cognitive and communicative, which makes it possible to see the "language in action", to understand the processes underlying the emergence of the deviant use of adjectives in Russian bilingual speech, for example, mastering linguistic and the functional features of adjectives suggest an innovative method of teaching Russian as a foreign language.

Ключевые слова: девиация, нарушение нормы, уровни языка, метод шкалирования.

Keywords: deviant, violation of the norm, language levels, scaling method.

В условиях построения открытого общества и формирования национального демократического сознания в Казахстане все большую актуальность приобретают исследования проблем межкультурной коммуникации. Знание трех языков будет способствовать эффективному взаимодействию между носителями разных языков и культур. Норма является эталоном для измерения любых проявлений модификаций, изменений, отклонений. Одни из них незначительны и не обращают на себя внимания, другие свидетельствуют о перестройке чего-либо, третьи указывают на нарушение нор-

мы. Однако не все отклонения от нормы можно отнести к ошибке. Сложность проблемы отклонения от нормы в речи билингов побуждает нас обратиться к понятию девиантности. В области языкознания термин "девиантность" появился сравнительно недавно. Этот термин используется в работах Н.А. Акимовой, М. Дебрэнн, Т.В. Устиновой, Л.А. Нефедовой, Л.А. Шевченко и др.

Н.А. Акимова для названия речевых единиц, усложняющих понимание текста, предлагает использовать термин "девиантные речевые единицы", поскольку в ситуации общения они провоцируют определенные

девиации [1]. Девиантные речевые единицы, встречающиеся в текстах на украинском, русском и белорусском языках, она делит на три большие группы по механизму возникновения девиаций, каждая из этих групп имеет определенные специфические особенности.

1. Недостаточно информативные – содержат недостаточно информации; в таких языковых единицах множество лакун, возникающих вследствие отсутствия лексико-грамматических или лексических значений в одной или нескольких лексемах в их составе.

2. Избыточные – содержат слишком много информации. К этой группе в основном следует отнести некоторые многозначные лексемы и фразеологические единицы, интертексты, тавтологии, игру слов, метафоры, лозунги и т.д.

3. Несочетаемые – высказывания, в которых нивелированы семантические ограничения на сочетаемость слов. Они представлены псевдопредложениями; алогизмами; экспрессивами; метафорическими конструкциями, нарушениями ожидаемой манеры [2, с. 6].

К дефиниции Н.В. Акимовой мы хотим добавить девиации в ударениях слов, их произношении, а также в формах самих слов, так как сегодня и таковые имеют вариации. Они могут влиять на восприятие смысла высказывания.

М. Дебрэнн предлагает для теории "...ошибок, обозначающее центральное понятие, включающее в свой объем все виды оговорок и ошибок, термин отклонение или девиация" [2, с. 17]. Данная трактовка, на наш взгляд, нуждается в корректировке. К девиации мы относим участок, который находится между нормой и грубой ошибкой. Для анализа глубины девиации уместно использовать метод шкалирования. Полярными на шкале являются норма как стандарт и ее антипод – ошибка.

На рис. 1 – диапазон отклонений от ригидной нормы. Здесь N означает норму, E – ошибку. Промежуток от 0 до 3 занимают явления от вариантности нормы до нарушения нормы, которые мы относим к девиациям – D. В шкалирование включены девиантные прилагательные, встречающиеся на всех уровнях языка (звуковая девиация (фонетическая, фонологическая и звуко-репродуктивная), орфографическая девиация, грамматическая девиация (морфологическая, синтаксическая), лексическая девиация, семантическая девиация, стилистическая девиация [4, с.36].

Покажем это на примерах девиации, обнаруженных в работах студентов, обучающихся по специальности "Технология и конструирование изделий легкой промышленности".

Покажем это на примерах девиации, обнаруженных в работах студентов, обучающихся по специальности "Технология и конструирование изделий легкой промышленности".

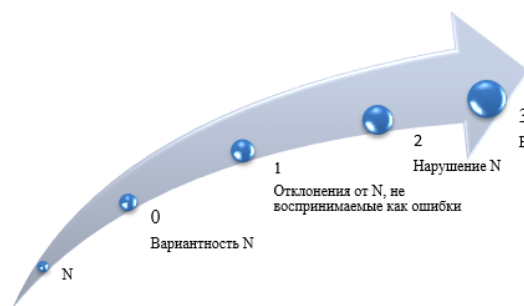


Рис. 1

Вариантность N

Фонетический уровень

0) 0.1) Вариантность ударения:

миЗерный – мизЕрный, бАНты – бантЫ, Атласный – атлАсный.

Орфографический уровень

0.2) допустимые двойные написания слова:

фортепианная педаль – фортепьянная педаль, двуслойная – двухслойная, двухбортный – двубортный, гинем – гингем; нейлон – найлон.

0.3) Перенос групп согласных на стыке корня и суффикса:

род-ственный – родст-венный, мас-совый – ма-ссовый, дер-зкий – дерз-кий – дерзкий, демисезон-ная – демисезо-нная; стега-нное одеяло – стеган-ное одеяло, односторон-ние швы – односторо-нные швы.

0.4.) Правила переноса стали свободными: допускаются переносы:

всево-зможный, безвет-ренный, осенний, талан-тливый, поверхнос-тный.

0.5) Слитное или раздельное написание отрицания вне зависимости от того, что хочет сказать пишущий:

Адель неглупа. Он нас встретил непьяный. Студенты не виновны, виновны – мы.

0.6) Слитное и дефисное написание прилагательных, образованных от существительных, пишущихся через дефис:

Секонд-хендовский или *секондхендовский*, *рахат-паласовский* или *рахатпаласовский*, *макси-юбочные лекала* – *максиюбочные лекала*.

Семантический уровень

0.7) одинаковое значение паронимов *ароматичный* – *ароматный*, *абонентский* – *абонентный*.

Отклонения от N, не воспринимаемые как ошибки

Фонетический уровень

1.1) 1.1.1.) Замена в устной речи шипящих Ч с Ш:

скучный (*ску[ш]ный*), *молочный* (*моло[ш]ный*), *булочная* (*було[ш]ная*);

1.1.2) Замена в устной речи гласного Е гласной Э:

терминологическая (*т[Э]рминологическая*) *лексика*, *нательное белье* (*нат[Э]льное белье*)

1.1.3) Замена в устной речи гласного Э гласной Е:

пастЕльные тона.

1.1.4) Неверная постановка ударений:

Заклятый враг; эта юбка красивЕе той.

Орфографический уровень

1.2) Употребление прописной и строчной букв в именах прилагательных, образованных от личных имен и фамилий при помощи суффиксов -ск-, -овск, (-евск-), -инск:

платье для женщин Бальзаковского возраста, сериковская мастерская, Жаккардовый трикотаж.

Нарушение N

Грамматическая девиация

2)2.1.) Некоторые прилагательные не употребляются в краткой форме. Не имеет краткой формы прилагательное *синий*. *Ткань пестра: красна, фиолетова, желта, синя*.

Правописание

2.2.) Написания -нн-н в полных формах страдательных причастий и соотносительных с ними прилагательных не различаются:

Гладкокрашенный плотный драп – крашеный органической краской драп, связанный тетей свитер – вязанный свитер.

2.3) Стилистические нарушения, употребление разностилевых элементов:

Мы провели эксперимент путем влажно-тепловой обработки, в результате которого получили обалденные штанишки.

ВЫВОДЫ

1. В связи со стратегической реализацией программы языковой государственной политики и влиянием ее на общественное языковое сознание носителей непосредственно контактирующих языков данная статья является весьма актуальной, поскольку содержит информацию об особенностях усвоения русского языка носителями родного казахского языка.

2. Многоаспектный анализ девиантного употребления в русской речи билингов способствует решению проблемы эффективного изучения неродного языка через сопоставление структурно-семантических систем взаимодействующих языков. Актуальность темы исследования также обусловлена запросами практики межнационального общения, социальным заказом общества, озабоченностью ученых, разрабатывающих эффективные методики билингвизма и полиязычия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акимова Н.В.* О девиантных речевых единицах в языке Интернета // <http://uchebilka.ru> (03 марта 2014 г.).

2. *Дебрени М.* Теоретические и прикладные аспекты межъязыковой девиатологии: Дис....докт. филол. наук. – Новосибирск: НГУ, 2006.

3. *Акимова Н.В.* Экология языка и коммуникативная практика // Лингвистические факторы интерпретационных девиаций. – 2014, №1. С. 1...13.

4. *Амангелдиева Г.А.* Девиантное употребление прилагательных в русской речи билингов: Дис....докт. философии. – Алматы: КазНПУ, 2018.

REFERENCES

1. Akimova N.V. O deviantnykh rechevykh editsakh v yazyke Interneta // <http://uchebilka.ru> (03 mar-ta 2014 g.).

2. Debrenn M. Teoreticheskie i prikladnye aspekty mezh'yazykovoy deviatologii: Dis....dokt. filol. nauk. – Novosibirsk: NGU, 2006.

3. Akimova N.V. Ekologiya yazyka i kommunikativnaya praktika // Lingvisticheskie faktory interpretatsionnykh devyatsiy. – 2014, №1. S. 1...13.

4. Amangeldieva G.A. Deviantnoe upotreblenie prilagatel'nykh v russkoy rechi bilingvov: Dis....dokt. filosofii. – Almaty: KazNPU, 2018.

Рекомендована отделом организации научной работы. Поступила 01.04.19.

КИРЮХИНУ СЕРГЕЮ МИХАЙЛОВИЧУ – 80 ЛЕТ

KIRYUKHIN SERGEY MIKHAILOVICH – 80 YEARS

28 сентября 2019 г. исполнилось 80 лет Кирюхину Сергею Михайловичу – доктору технических наук, профессору кафедры материаловедения и товарной экспертизы Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство).

Доктор технических наук, профессор Кирюхин С.М. – известный ученый в области текстильного материаловедения, квалиметрии, стандартизации, сертификации и управления качеством текстильных материалов.

Главным в его научной деятельности является разработка теоретических основ и практических методов исследования свойств, оценки качества, надежности и безопасности текстильных материалов. Им опубликованы более 150 научных и методических работ, в том числе 7 книг по оценке качества, стандартизации, контролю и управлению качеством текстильных материалов. Разработанные методики испытания и оценки качества волокон, нитей и текстильных изделий внедрены в практику работы лабораторий и кафедр материаловедения, НИИ и вузов текстильного профиля. Под его руководством разработаны и внедрены в промышленность более 10 государственных и отраслевых стандартов.

Профессором Кирюхиным С.М. совместно с его учителем профессором Соловьевым А.Н. создана научная школа по квалиметрии текстильных материалов. Принципиально новым в текстильном материаловедении является предложенное проф. Кирюхиным С. М. научное направление по использованию характеристик и методов



теории надежности при исследовании свойств и оценке качества текстильных материалов.

Под руководством профессора Кирюхина С.М. подготовлены 20 кандидатов технических наук.

Научно-педагогическая деятельность профессора Кирюхина С.М. включала работу в отраслевых НИИ в должности научного сотрудника (ЦНИИШерсти), руководителя лаборатории (ЦНИИЛЖа), заместителя директора по научной работе (ЦНИИШП), ассистента, доцента и профессора кафедр материаловедения МГТУ имени А.Н. Косыгина, РосЗИТЛ. В 1993-2004 гг. профессор Кирюхин С.М. являлся заведующим кафедрой текстильного материаловедения Московского государственного текстильного университета имени А.Н. Косыгина. За это время на кафедре была открыта новая специальность по стандартизации и сертификации, создан первый в системе высшего образования РФ орган по сертификации, проведена подготовительная работа по открытию новой специализации по технической экспертизе и товароведению текстильной продукции.

Профессор Кирюхин С.М. длительное время был членом редколлегии журнала "Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности", является членом диссертационного совета Д 212.144.06. Имеет награды: нагрудный знак "За заслуги в стандартизации", Диплом за научное руководство студенческой работой, отмеченной медалью Министерства общего и профессионального образо-

вания РФ, Грамотой СЭВ за активное и плодотворное участие в деятельности Постоянного Комитета С713 по сотрудничеству в области легкой промышленности. Ему присвоены почетные звания: Заслуженный деятель науки РФ (1999 г.) и Действительный член Международной академии информатизации (2004 г.).

Основная научно-педагогическая деятельность профессора Кирюхина С.М. связана с Российским государственным университетом имени А.Н. Косыгина, где он

работает более 30 лет: читает лекции, проводит лабораторные и практические занятия, руководит аспирантами.

Профессор Кирюхин С.М. пользуется заслуженным авторитетом у студентов, аспирантов, преподавателей и сотрудников университета.

Поздравляя Сергея Михайловича с юбилеем, хочется пожелать ему здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов в научной и педагогической деятельности.

Ректорат Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство).

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Луховская О.К., Шарова Л.И., Гретченко А.И.</i> Управление кластерным развитием текстильных регионов России в условиях сохранения и воспроизводства культурного потенциала на потребительском рынке	5
<i>Петрухин А.Б., Дмитриев Ю.А., Нефедова К.А.</i> Государственно-частное партнерство как механизм развития текстильной промышленности регионов	9
<i>Гонова О.В., Румянцева В.Е.</i> Диагностика производственных структурных изменений текстильного региона (по материалам Ивановской области)	13
<i>Жуковская И.Ф., Краснова М.В., Савельев И.И.</i> Модель формирования компетенций линейного персонала предприятий текстильной промышленности	21
<i>Абрамова М.А., Дубова С.Е., Криворучко С.В.</i> Механизм взаимодействия процентного канала монетарной политики и развития отдельных видов обрабатывающих производств (на примере текстильной промышленности)	25
<i>Александров С.П., Шестов А.В., Мишаков В.Ю.</i> Экономическая оценка автоматизированных плазменных установок, эксплуатируемых в странах различных формаций	31
<i>Баранова А.Ф., Мамедов С.Н., Погодина И.В.</i> Круговая экономика в текстильной промышленности	36

Материаловедение

<i>Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Буланов Я.И.</i> Испытание параарамидных тканей на продавливание	43
<i>Азанова А.А., Желтухин В.С., Абуталипова Л.Н.</i> Моделирование воздействия низкотемпературной плазмы на парафиновый слой волокон и нитей в трикотажных материалах	46
<i>Велиев Ф.А., Аллахвердиева И.Ф., Гусейнова Н.Б.</i> Классификация тканей с переменной плотностью в зависимости от раппорта плотности по утку	49
<i>Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю.</i> Исследование структуры и свойств нетканых объемных материалов в зависимости от содержания полиэфирных микроволокон	54
<i>Стрепетова О.А., Горбачева М.В., Сокова Г.Г.</i> Влияние структурных характеристик волосяного покрова шкурок кролика на проектирование меховых изделий	60
<i>Хайрнасов К.З.</i> Моделирование и определение частотных характеристик роботизированных конструкций из композитных материалов	65
<i>Джанпаизова В.М., Таименов Р.С., Токсанбаев Ж.С., Аширбекова Г.Ш., Толганбек Н.Н., Айтореев Н.А.</i> Исследование физико-механических, гигиенических свойств модифицированных образцов марли	69
<i>Таштулатов С.Ш., Баданова А.К., Дошибекова А.Б., Черунова И.В., Акбаров Р.Д., Немирова Л.А.</i> Исследование свойств электропроводящих волокон и нитей для изготовления материалов, экранирующих электромагнитное излучение	74
<i>Бектиярова Д.С.</i> Использование войлока в изготовлении головных уборов	78
<i>Разумеев К.Э., Юсупова Н.Б., Назарова Д.Т., Таштулатов С.Ш., Данадилова Ж.Е., Онгарбаева З.Б.</i> Улучшение качества костюмных хлопчатобумажных тканей в зависимости от опорной поверхности ткани	85
<i>Шайзаданова Г.С., Кучарбаева К.Ж., Мокеева, Биконуро Н.О.</i> Исследование защитных и специфических свойств одежды специального назначения для ожоговых больных	89
<i>Мокеева Н.С., Бунькова Т.О., Арчинова Е.В., Сарттарова Л.Т., Байжанова Ж.Б.</i> Экспериментально-расчетный метод оценки заброневого воздействия травматического оружия на пакет бронжилета для собак	93

Первичная обработка. Сырье

<i>Плеханов А.Ф., Таштулатов Д.С., Джуриная И.М., Джураев А., Шухратов Ш.</i> Анализ колебаний и влияния на эффект очистки многогранных колосников очистителей волокнистых материалов ...	99
<i>Мухаммадиев Д.М., Ахмедов Х.А., Примов Б.Х., Эргашев И.О., Мухаммадиев Т.Д., Жамолова Л.Ю.</i> Влияние радиуса кривизны лобового бруса и фартука рабочей камеры на показатели пильного джина с набрасывающим барабаном	105

Плеханов А.Ф., Ташпулатов Д.С., Джуриная И.М., Джураев А., Шухратов Ш. Обоснование параметров и режимов движения рабочих органов пильчатой секции очистителя волокнистого материала . 110

Прядение

Казакова Д.Э., Жуманиязов К.Ж., Очилов Т.А., Ташпулатов Д.С., Плеханов А.Ф., Королева Н.А. Влияние различного смесового состава на механическую поврежденность и длину волокна по переходам прядильных процессов 115

Ткачество

Сафонов П.Е., Юхин С.С. Исследование условий прокладывания полиамидных и полиэфирных уточных нитей на бесчелночных станках 119

Отделка

Грунин Ю.Б., Грунина Т.Ю., Иванова М.С., Федосов С.В., Котлов В.Г. Изучение методом ЯМР-¹H-релаксации характера надмолекулярных перестроек хлопковой целлюлозы в результате ее биохимической деградации 124

Липина А.А., Одинцова О.И., Антонова А.С., Носкова Ю.В. Оценка нанодисперсного состояния и агрегативной устойчивости экспериментальных образцов инкапсулированных акарицидно-репеллентных веществ 130

Осадчий Ю.П., Маркелов А.В., Пахотин Н.Е., Макарычев А.Ф., Осадчий Д.Ю. Регенерация активных красителей ультрафильтрацией 135

Ташпулатов С.Ш., Кадиров Т.Д., Расулова М.К., Абенова И.Р., Талгатбекова А.Ж. Исследование показателей качества хлопчатобумажной ткани, обработанной технологическим раствором для изготовления спецодежды 139

Технология нетканых материалов

Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю. Исследование теплоизоляционных свойств нетканых материалов в составе комплектов одежды на термоманекене в состоянии движения и имитации перспирации 143

Трикотажное производство

Фомина О.П., Хабарова Е.Б., Заваруев В.А. Двухслойный кулирный трикотаж с участками ажурных отверстий различной структуры 151

Катаева С.Б., Немирова Л.Ф., Ташпулатов С.Ш., Муминова У.Т., Жилисбаева Р.О. Исследование трикотажных полотен для термобелья повседневного использования 154

Мокеева Н.С., Евстигнеев Д.С., Березовская О.В., Талгатбекова А.Ж., Кенесбек Ж.С. Исследование деформационных свойств и оптимизация скорости настиланья трикотажного полотна Softshell 159

Швейное производство

Сахарова Н.А., Кузьмичев В.Е., Доминик С. Адольф Прогнозирование дефектов посадки женского пальто на этапе разработки конструкции 164

Джусупова-Парфилькина И.М., Нуржасарова М.А., Онгарбаева З.Б., Данадилова Ж.Е., Абдикадыр А.М. Разработка одежды для женщин в дородовой период на основе наносфер 169

Лунина Е.В., Степанищева А.Н., Ташпулатов С.Ш., Сарттарова Л.Т., Ералиева М.Ж. Способ изготовления швейных изделий с композиционными усилительными элементами 173

Ташпулатов С.Ш., Кадиров Т.Д., Расулова М.К., Таласпаева А.А., Гибаратова А. Способ повышения прочности ниточных швов для спецодежды с применением полимерного композиционного материала 177

Артикбаева Н.М., Шин И.Г., Ташпулатов С.Ш., Черунова И.В., Бралина Н. Оценка напряженного состояния при формообразовании объемных участков деталей одежды потоком сжатого воздуха 181

Нуржасарова М.А., Сарттарова Л.Т., Дикенова Д.Б., Кандидат М., Адамбекова Ж.К. Принципы внедрения бережливого производства на швейных предприятиях 187

Текстильные машины и агрегаты

Травин Г.М., Травин М.М., Киселев Н.В., Привалов А.В. Оценка напряженно-деформированного состояния игольно-планочной гарнитуры для чесания волокон пеньки 192

<i>Плеханов А.Ф., Маматова Д.А., Джураев А., Сарттарова Л.Т., Дикенова Д.Б.</i> Обоснование параметров ременной передачи с составным натяжным роликом с упругими элементами	196
---	-----

Автоматизация и информационные технологии

<i>Ершов С.В., Реймер В., Калинин Е.Н., Грис Т.</i> Разработка системы компьютерного зрения для измерения направленности волокон в плетеных структурах	204
<i>Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Тихомирова М.Л.</i> Компьютерное моделирование сил трения между волокнами и нитями в волокнистых материалах с учетом их статистических особенностей	209

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Назарова М.В., Романов В.Ю.</i> Об использовании современных программных продуктов для расчета показателей температурно-влажностного режима текстильных предприятий	213
<i>Никифоров А.Л., Циркина О.Г., Ульева С.Н., Карасева С.Н.</i> Пожарная опасность процессов ВЧ/СВЧ-сушки целлюлозосодержащих материалов	217
<i>Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В., Травуш В.И.</i> Расчет несущей способности конструкций зданий текстильной промышленности	222
<i>Курнавина С.О., Цацулин И.В.</i> Влияние пластических деформаций на работу изгибаемых элементов при сейсмических воздействиях	228
<i>Топилин А.Н.</i> Предложения по расчету предварительно напряженных железобетонных конструкций с применением высокопрочной арматуры, не имеющей сцепления с бетоном	233
<i>Манаенков И.К.</i> К расчету железобетонных элементов по нелинейной деформационной модели ...	238
<i>Александровский М.В.</i> Использование метода последовательных аппроксимаций для расчета балок из нелинейно-упругого материала	242

Механика нити и полотен

<i>Макаров А.Г., Максимов В.В., Коновалов А.С., Козлов А.А., Вагнер В.И., Васильева Е.К.</i> Компьютерное моделирование и качественный анализ деформационно-релаксационных свойств полимерных материалов для парашютостроения	248
---	-----

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Сапожников И.В., Ибрагимов А.М., Скуратов Н.В., Самойленко Д.А., Сокова Г.Г.</i> Распределение фенолформальдегидной смолы в препреге	254
<i>Кулешова И.Н., Минников В.К.</i> Аддиктивная зависимость студенческой молодежи от сетевых сообществ и компьютерных игр – как потенциал противоправного социального поведения	258
<i>Майданевич Ю.П., Пожарицкая И.М., Клименко О.П.</i> Развитие текстильной промышленности в Крыму (XIX - нач. XX вв.)	262
<i>Петрухин А.Б., Федосеев В.Н., Опарина Л.А., Чистякова Ю.А.</i> Организационно-технические решения снижения энергоемкости текстильной и строительной отраслей	267
<i>Шамиданова А.Б., [Заваруев В.А.], Рябова И.И.</i> Требования к огнезащитным трикотажным полотнам	270
<i>Илларионов А.Е., Новиков А.И., Савельев И.И., Селезнев П.С.</i> Торговая марка "Ивановский текстиль" в ритейле: становление, тенденции и перспективы развития	274
<i>Мизанбеков С.К., Сеитова Ф.З., Утесбаева Ж.М., Кульбаева А.Ж.</i> Содержательно-методические условия использования технологии виртуального анализа текстов в практике обучения языку специальности (на примере сервисов для создания облака слов)	279
<i>Баранова А.Ф., Мамедов С.Н., Погодина И.В.</i> Минимизация объема отходов, генерируемых текстильной промышленностью	283
<i>Мизанбеков С.К., Низамова М.Н., Бессчетнова Л.В., Кульбаева А.Ж., Абуова Б.П.</i> Использование электронных образовательных ресурсов как условие становления информационно-технологической компетенции будущих инженеров	288
<i>Утесбаева Ж.М., Амангельдиева Г.А., Аухадиева З.Ж., Низамова М.Н., Мизанбеков С.К.</i> Девиации в русской речи студентов специальностей текстильной промышленности	292
<i>Кирюхину Сергею Михайловичу – 80 лет</i>	296

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Lukhovskaya O.K., Sharova L.I., Gretchenko A.I.</i> Management of Cluster Development of Russia Textile Regions in the Conditions of Preservation and Reproduction of Cultural Potential in the Consumer Market	5
<i>Petrukhin A.B., Dmitriev Yu.A., Nefedova K.A.</i> Public-Private Partnerships as a Mechanism for the Development of the Textile Industry Regions	9
<i>Gonova O.V., Rummyantseva V.E.</i> Diagnostics of Industrial Structural Changes in the Textile Region (Based on the Materials of the Ivanovo Region)	13
<i>Zhukovskaya I.F., Krasnova M.V., Savelev I.I.</i> Model of Formation of Competences of Linear Personnel of the Enterprises of the Textile Industry	21
<i>Abramova M.A., Dubova S.E., Krivoruchko S.V.</i> Interaction Mechanism of the Percentage Channel of Monetary Policy and Development of Separate Types of Processing Productions (for Example, the Textile Industry)	25
<i>Aleksandrov S.P., Shestov A.V., Mishakov V.Yu.</i> Economic Evaluation Plasma Systems Operated in Countries Different Formations	31
<i>Baranova A.F., Mamedov S.N., Pogodina I.V.</i> Circular Economy in the Textile Industry	36

Materials

<i>Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S., Bulanov Ya.I.</i> Testing Para-Aramid Fabrics for Punching	43
<i>Azanova A.A., Zheltukhin V.S., Abutalipova L.N.</i> Simulations of the Effects of Low-Temperature Plasma on the Paraffin Layer of Fibers and Yarns in Knitted Materials	46
<i>Veliyev F.A., Allakhverdieva I.F., Guseynova N.B.</i> Classification of Fabrics with Variable Density Depending on the Weft Density Rapport	49
<i>Mezentseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu.</i> Research of the Structure and Properties of Nonwoven Volume Materials Depending on the Content of Polyester Microfiber	54
<i>Strepetova O.A., Gorbacheva M.V., Sokova G.G.</i> Influence of Structural Characteristics of the Pluck Feet of Rabbit Skins on the Design of Fur Products	60
<i>Khayrnasov K.Z.</i> Modeling and Determination of Frequency Characteristics of a Robotics Structures From Composite Materials	65
<i>Janpaizova V.M., Tashmenov R.S., Toksanbaeva J.S., Ashirbekova G.Sh., Tolganbek N.N., Autoreiv N.A.</i> A Study of Physicomechanical, Hygienic Properties of Modified Samples Marley	69
<i>Tashpulatov S.Sh., Badanova A.K., Doshibekova A.B., Cherunova I.V., Akbarov R.D., Nemirova L.A.</i> Research of Properties of Electric Conducting Fibers and Threads for Production of Materials Screening Electromagnetic Radiation	74
<i>Bektiyarova J.S.</i> The Use of Felt in the Manufacture of Hats	78
<i>Razumeyev K.E., Yusupova N.B., Nazarova D.T., Tashpulatov S.Sh., Danadilova Zh.E., Ongarbayeva Z.B.</i> Improvement of Quality of Costume Clothing Fabrics Depending on Support Surface of Fabric	85
<i>Shaizadanova G.S., Kucharbaeva K.Zh., Mokeeva N.S., Bikonurov N.O.</i> Research of Protective and Specific Properties of Special Application Clothes for Burn Patients	89
<i>Mokeeva N.S., Bunkova T.O., Archinova E.V., Sarttarova L.T., Baizhanova Zh.B.</i> Experimental-Calculated Method for Evaluating the Transbinary Exposure to Traumatic Weapons for Dog Body Armor Package	93

Preliminary Treatment. Raw Materials

<i>Plekhanov A.F., Tashpulatov D.S., Jurinskaya I.M., Djuraev A., Shuhratov Sh.</i> Analysis of Vibrations and Influence on the Effect of Cleaning the Multi-Face Graves of the Cleaners of Fibrous Materials	99
<i>Mukhammadiev D.M., Akhmedov Kh.A., Primov B.Kh., Ergashev I.O., Mukhammadiev T.D., Zhamolova L.Yu.</i> Effect of the Buffer Beam Curvature Radius and the Working Camera Apron on the Indices of a Saw Gin with a Throwing Drum	105
<i>Plekhanov A.F., Tashpulatov D.S., Jurinskaya I.M., Djuraev A., Shuhratov Sh.</i> Substantiation of the Parameters and Modes of Motion of the Working Bodies of the Film Section of the Cleaner of Fiber Material ...	110

Spinning

<i>Kazakova D.E., Zhumaniyazov K.Z., Ochilov T.A., Tashpulatov D.S., Plekhanov A.F., Koroleva N.A.</i> Influence of Different Mixture Structure on Mechanical Damage and Fiber Length on Transitions of Spinal Processes	115
--	-----

Weaving

<i>Safonov P.E., Yukhin S.S.</i> Research of the Mode of Making of Polyamide and Polyester Weft Threads in Shuttleless Looms	119
--	-----

Finishing

<i>Grunin Yu.B., Grunina T.Yu., Ivanova M.S., Fedosov S.V., Kotlov V.G.</i> A ¹ H-NMR-Relaxation Study of Cotton Cellulose Supramolecular Restructuring as the Result of its Biochemical Degradation	124
<i>Lipina A.A., Odintsova O.I., Antonova A.S., Noskova Yu.V.</i> The Evaluation of Nanodispersed State and Aggregative Stability of Encapsulated Experimental Samples Acaricid-Repellent Substances	130
<i>Osadchiy Yu.P., Markelov A.V., Pakhotin N.E., Makarychev A.F., Osadchiy D.Yu.</i> Regeneration Active Dyes Ultrafiltration	135
<i>Tashpulatov S.Sh., Kadirov T.D., Rasulova M.K., Abenova I.R., Talgatbekova A.Zh.</i> Study of the Indicators of Quality of Cotton Tissue Fabric, Processed by Technological Solution for the Production of Specialty.	139

Technology of Non-Wovens

<i>Mezentseva E.V., Mishakov V.Yu.</i> Research of Thermal Insulation Properties Nonwoven Material as Part of Clothing Sets on the Thermal Manikin in A State of Motion and Imitation of Perspiration	143
---	-----

Knitting

<i>Fomina O.P., Khabarova E.B., Zavaruev V.A.</i> Double-Layer Knitted Fabrics with Openwork Holes of Different Structures	151
<i>Kataeva S.B., Nemirova L.F., Tashpulatov S.Sh., Muminova U.T., Zhilisbaeva R.O.</i> Research of Knitted Fabrics for Daily Use Thermal Fabric	154
<i>Mokeeva N.S., Evstigneev D.S., Berezovskaya O.V., Talgatbekova A.Zh., Kenesbek J.S.</i> Investigation of Deformation Properties and Optimization of the Laying Speed of Softshell Knitted Fabric	159

Sewing

<i>Sakharova N.A., Kuzmichev V.E., Dominic S. Adolf.</i> Predicting Defects in the Fit of Women's Coats at the Design Development Stage	164
<i>Jusupova-Parfilkina I.M., Nurzhasarova M.A., Ongarbaeva Z.B., Danadilova Zh.E., Abdikadyr A.M.</i> Designing Clothing for Women in the Prenatal Period Based on Nanospheres	169
<i>Lunina E.V., Stepanischeva A.N., Tashpulatov S.Sh., Sarttarova L.T., Eralieva M.Zh.</i> Method of Sewing Goods with Composite Reinforcing Materials Manufacturing	173
<i>Tashpulatov S.Sh., Kadirov T.D., Rasulova M.K., Talaspaeva A.A., Gibaratova A.</i> Method of Improving the Strength of Threaded Seams for Specialty with the Use of Polymer-Composite Material	177
<i>Artikbayeva N.M., Shin I.G., Tashpulatov S.Sh., Cherunova I.V., Bralina N.</i> Assessment of the Stressed State in the Formation of Volume Plots of Details Clothes with a Compressed Air Flow	181
<i>Nurzhasarova M.A., Sarttarova L.T., Dikenova D.B., Kandidat M., Adambekova Z.K.</i> Principles of Implementation of Lean Production at Sewing Companies	187

Textile Machines and Aggregates

<i>Travin G.M., Travin M.M., Kiselev N.V., Privalov A.V.</i> Assessment of the Stressed-Deformed State of the Needle-Plane Headset for Cerealy Fiber Hemp	192
<i>Plekhanov A.F., Mamatova D.A., Djuraev A., Sarttarova L.T., Dikenova D.B.</i> Justification Parameters of Belt Transmission with A Composition Tensional Roller with Elastic Elements	196

Automation and Information Technologies

<i>Ershov S.V., Reimer V., Kalinin E.N., Gries T.</i> Development of a Computer Vision System for Measuring the Fiber Orientation in Braided Structures	204
<i>Sevostyanov P.A., Samoylova T.A., Tikhomirova M.L.</i> Computer Simulation of Friction Forces between Fibers and Filaments in Fibrous Materials into Account their Statistical Features	209

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Nazarova M.V., Romanov V.Yu.</i> The Use of Modern Software Products for the Calculation of the Indicators Temperature and Humidity Conditions of the Textile Enterprises	213
<i>Nikiforov A.L., Tsirkina O.G., Uleva S.N., Karaseva S.N.</i> Fire Danger of High Frequency or Microwave Drying of Cellulose Materials	217
<i>Murashkin V.G., Murashkin G.V., Travush V.I.</i> Calculation of Structural Load Capacity of Textile Industry Buildings	222
<i>Kurnavina S.O., Tsatsulin I.V.</i> The Influence of Plastic Strains on the Behavior of Bending Elements under Seismic Loads	228
<i>Topilin A.N.</i> Proposals for Calculating Preliminary Stressed Reinforced Concrete Structures Using High-Strength Reinforcement without Concrete Adhesion	233
<i>Manaenkov I.K.</i> To the Calculation of Reinforced Concrete Elements According to the Nonlinear Deformation Model	238
<i>Aleksandrovskiy M.V.</i> Using the Method of Sequential Approximations for the Calculation of Beams from a Nonlinear–Elastic Material	242

Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Makarov A.G., Maksimov V.V., Kononov A.S., Kozlov A.A., Wagner V.I., Vasileva E.K.</i> Computer Modeling and Qualitative Analysis of the Deformation-Relaxation Properties of Polymeric Materials for Parachuting	248
--	-----

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Sapozhnikov I.V., Ibragimov A.M., Skuratov N.V., Samoylenko D.A., Sokova G.G.</i> Distribution of Phenol-formaldehyde Resin in Prepreg	254
<i>Kuleshova I.N., Minnikov V.K.</i> The Dependence of Student's Youth from Online Communities and Computer Games as Potential Illegal Social Behavior	258
<i>Maydanevich Yu.P., Pozharitskaya I.M., Klimenko O.P.</i> Development of Textile Industry in Crimea (XIX-Beg. XX Centuries)	262
<i>Petrukhin A.B., Fedoseev V.N., Oparina L.A., Chistyakova Yu.A.</i> Organizational and Technical Solutions of Reducing Energy Intensity in Textile and Construction Industries	267
<i>Shamidanova A.B., Zavaruev V.A., Ryabova I.I.</i> Requirements for Fire-Resistant Jersey Fabrics	270
<i>Illarionov A.E., Novikov A.I., Savelev I.I., Seleznev P.S.</i> Trademark "Ivanovo Textile" in Retail: Formation, Trends and Prospects of Development	274
<i>Mizanbekov S.K., Seitova F.Z., Utesbaeva J.M., Kulbaeva A.Zh.</i> Substantive and Methodical Conditions for Using Virtual Text Analysis Technology in Practice of Teaching Language of Specialty (on Example of Services for Creation of Word Cloud)	279
<i>Baranova A.F., Mamedov S.N., Pogodina I.V.</i> Minimize the Amount of Waste Generated by the Textile Industry	283
<i>Mizanbekov S.K., Nizamova M.N., Besschetnova L.V., Kulbaeva A.Zh., Abuova B.P.</i> Use of Electronic Educational Resources as a Condition of the Formation of Information and Technological Competence of Future Engineers	288
<i>Utesbaeva Zh.M., Amangeldiyeva G.A., Aukhadiyeva Z.Zh., Nizamova M.N., Mizanbekov S.K.</i> Deviations in the Russian Speech of Students of Textile Industry Specialties	292
<i>Kiryukhin Sergey Mikhailovich – 80 Years</i>	296

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Вниманию 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 13х18 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 глянцевого) формата не менее 9х12 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: ttp@ivgpu.com.

* * *

Редакция обращает внимание авторов на необходимость соблюдения изложенных правил, что ускоряет прохождение статьи в производстве, сокращает время ее напечатания и способствует уменьшению ошибок и опечаток.

Статьи, отклоненные от публикации, не возвращаются.

Авторский гонорар не выплачивается.

РЕДАКЦИЯ