

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

**№ 3 (393)
2021**

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

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

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

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

Издание Ивановского государственного политехнического университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Е.В. РУМЯНЦЕВ (д.х.н., ректор).

Заместитель главного редактора:

Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.).

Редакционная коллегия (Россия):

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

Международная редакционная коллегия:

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*

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

Тел.: (4932) 41-75-02.

E-mail: ttp@ivgpi.com

<http://ttp.ivgpi.com>

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 01.06.2021. Подписано в печать 30.06.2021. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 24,65; Усл. кр.-отт. 24,9. Заказ 4094.

Тираж 400 экз.

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

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

© "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", 2021

Ministry of Science and Higher Education
of Russian Federation

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**TEXTILE
INDUSTRY
TECHNOLOGY**

Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti

PEER-REVIEWED SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 3 (393)
2021**

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

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

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

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

Published by Ivanovo State Polytechnical University

EDITORIAL BOARD

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

members:

Editorial board (Russia):

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

International editorial board:

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

EDITORIAL COUNCIL

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

Executive secretary S.L. KHALEZOV

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

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 01.06.2021. Signed for printing on 30.06.2021. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 24.65 conventional sheets. 24.9 conventional. Order 4094.

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 338

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_5

**НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОСЕРВИСА
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**LEGAL SUPPORT OF ENERGY SERVICE
FOR ENTERPRISES OF THE TEXTILE INDUSTRY**

Ю.А. ДМИТРИЕВ, А.Б. ПЕТРУХИН, О.А. ПОЛЯНСКАЯ, Л.П. ВАСИЛЬЕВА

YU.A. DMITRIEV, A.B. PETRUKHIN, O.A. POLYANSKAYA, L.P. VASILIEVA

**(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Ивановский государственный политехнический университет,
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова,
"Военный университет" Министерства обороны Российской Федерации)**

**(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs,
Ivanovo State Polytechnical University,
St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov,
"Military University" of the Ministry of Defense of the Russian Federation)**

E-mail: m77-nb@bk.ru; ttp@ivgpu.com; polyanskaya_78@mail.ru; luda700619@mail.ru

В статье раскрываются вопросы экономии средств за счет энергосервисных контрактов на предприятиях текстильной промышленности, суть которых состоит в замене устаревшего оснащения за счет привлеченной энергосервисной фирмы. С юридической точки зрения энергосервисный контракт представляет собой особый вид гражданско-правового контракта, который ориентирован на уменьшение эксплуатационных издержек за счет внедрения сохраняющих энергию технологий и увеличение энергетической производительности компаний. Он предусматривает услуги по обслуживанию, пусконаладке, эксплуатации, проектированию, монтажу, покупке, финансированию, техобслуживанию и починке энергосберегающего оснащения на одном или же нескольких объектах заказчика. В работе проведен анализ рисков, которые необходимо учитывать при заключении энергосервисных контрактов.

The article reveals the issues of cost savings due to energy service contracts at textile enterprises, the essence of which is the replacement of obsolete equipment due to the involvement of an energy service company. From a legal point of view, an energy service contract is a special type of civil law contract that is aimed at reducing

operating costs by introducing energy-saving technologies and increasing energy productivity of companies. It provides services for maintenance, commissioning, operation, design, installation, purchase, financing, maintenance and repair of energy-saving equipment at one or more customer sites. The paper analyzes the risks that must be considered when concluding energy service contracts.

Ключевые слова: экономия, контракт, энергосервис, услуги, эффективность, ресурсосбережение, прибыль, предприятие текстильной промышленности.

Keywords: saving, contract, energy service, services, efficiency, resource saving, profit, textile enterprise.

В настоящее время энергосервис в России только начинает свое становление. Для развития этого процесса необходимо учитывать множество рисков. И одним из таких является постоянный рост оборотных средств в бюджетной сфере, что не позволяет получить энергосервисным фирмам первоначальное финансирование на техническое оснащение, необходимое для обновления основных фондов регионов для достижения экономии энергетических ресурсов, поэтому данный вопрос является актуальным и значимым.

В современном понимании энергосервис представляет собой весьма широкий спектр деятельности и соответственно имеет неоднозначное толкование среди различных групп специалистов, связанных с этой тематикой.

С одной стороны, энергосервис понимается как рынок по предоставлению разнообразных услуг по части сбережения энергии, имеющий своей целью снижение потребности использования ресурсов. Поскольку такой рынок так или иначе уже сложился, то это вызвало формирование только энергосервисных компаний (ЭСКО или ЭСК) и центров по оказанию энергосервисных услуг (ЦЭСУ), с которыми допустимо заключать энергосервисный контракт как с поставщиками энергетических ресурсов.

С другой стороны, энергосервис – широко известный и активно применяемый во многих странах, а ныне и в России, инструмент финансирования энергосберегающих мероприятий в зданиях, сооружениях и

иных объектах хозяйственной инфраструктуры. В мировой практике энергосервис включает в себя деятельность по предоставлению комплексных услуг и работ, направленных на повышение энергетической эффективности зданий, включая промышленные и иные коммерческие или административные здания, здания публичного сектора и жилые дома. Целью этих услуг и работ является снижение затрат заказчика на энергоресурсы при сохранении нормальных рабочих условий нахождения людей в зданиях, а также повышение эффективности использования всех видов энергии [4], [6].

Наиболее распространенной практикой в этой сфере в настоящее время является проведение энергосберегающих мероприятий за счет исполнителя – энергосервисной компании, как правило, с применением привлеченных ею кредитных средств. Плата по договору производится заказчиком после проведения энергосберегающих мероприятий в течение срока действия договора за счет средств, сэкономленных на оплате коммунальных услуг или иных средств, обеспечивающих экономию ресурсов. В отличие от традиционного подхода к энергосбережению (где бремя энергосберегающих мероприятий полностью ложится на собственников недвижимости) энергосервисный договор (перфоманс-контракт) позволяет возложить обязанность проведения всех мероприятий и риски по достижению заявленных результатов экономии ресурсов на энергосервисную компанию.

В Российской Федерации рынок энергосервисных услуг является сравнительно но-

вым. Энергосервисные компании, зарегистрированные в России, как правило, специализируются на поставке энергосберегающего оборудования и материалов, проведении энергетических обследований.

Наиболее широко энергосервис применяется в зданиях, используемых для промышленных нужд предприятия, где энергосбережение – один из ключевых факторов повышения эффективности производства за счет снижения себестоимости продукции, а высокая конкуренция стимулирует предпринимателей и руководителей производств к снижению всех видов производственных издержек, значительную часть которых часто составляют издержки энергоресурса.

К числу наиболее часто используемых видов энергосервисных услуг в России относят энергоаудит, разработку программ энергосбережения для объектов заказчика и в настоящее время уже достаточно широкий спектр различного вида энергосервисных контрактов.

Из общего энергопотребления в стране на долю промышленности приходится более 45% электроэнергии, почти 30% тепловой энергии, более 47% котельно-печного топлива (без учета электростанций). Энергоемкость российской промышленности в 2,5...3 раза выше, чем в развитых странах. По потенциалу энергосбережения промышленность занимает второе место в российской экономике.

Законодательство об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности представлено в виде 261-ФЗ и других федеральных законов, принимаемых в соответствии с ними иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации, муниципальных правовых актов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (ст.3 261-ФЗ).

К основным принципам правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в соответствии со ст.4 261-ФЗ относятся следующие: эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;

поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности; системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности; планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности; использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий.

После принятия федерального закона "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" рынок энергоэффективных технологий в России получил мощный толчок для развития. Закон активизировал потребность в энергетическом аудите и открыл возможности для выхода на рынок новых участников. Рынок энергетического аудита в соответствии с этим законом является саморегулируемым, то есть все участники рынка должны быть членами саморегулируемой организации (СРО). Министерство энергетики России, в свою очередь, регистрирует все саморегулируемые организации и их членов.

Закон об энергосбережении впервые представил идею об энергетическом перформанс-контракте, который впоследствии назвали энергосервисным контрактом и которому дали весьма широкое определение. Согласно этому определению энергосервисный контракт – это договор, по которому его исполнитель берет на себя обязательства осуществлять меры по повышению энергоэффективности в пользу заказчика. Законом предусмотрено, что эти контракты могут быть использованы в муниципальном и бюджетном секторе, а также в коммунальном секторе. Коммунальные компании по водо- и энергоснабжению могут выполнять роль и энергосервисных компаний (далее – "ЭСКО").

Вместе с принятием закона "Об энергосбережении" было сделано несколько конструктивных поправок к Бюджетному кодексу, который непосредственно указывает на то, что бюджетные заказчики могут заключать энергосервисные контракты (кото-

рые будут оплачиваться благодаря только энергосбережению) на срок, превышающий текущий бюджетный период. На такие контракты не будут накладываться ограничения по срокам. Кроме этого, больше не потребуется никакого специального бюджетного финансирования, чтобы оплатить услуги ЭСКО, так как их расходы покрываются благодаря энергосбережению (экономии).

Еще один закон, непосредственно связанный с рынком услуг энергосервиса – это Федеральный закон №44-ФЗ от 05.04.2013 "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд".

В статье 108 44-ФЗ определяются особенности заключения энергосервисных контрактов.

К очевидным недостаткам законодательства об энергосбережении, на которые специалисты обратили внимание практически сразу после введения 261-ФЗ РФ, относятся следующие:

- как и по всем другим договорам в соответствии с законом ФЗ-94, к ЭСКО есть требование предоставления финансовых гарантий в размере 10-30% от стоимости проекта в случае, если он превышает размер в 1,25 млн. евро (1,64 млн. дол. США). Такое требование по финансовым гарантиям имеется практически во всех традиционных договорах о закупках, где покупатель получает возмещение при поставке/установке неисправного оборудования. Однако применение этого требования к ЭСКО является излишним, так как по российской модели ЭСКО не получают оплату за установленное оборудование. ЭСКО получают вознаграждение постепенно, по мере того, как энергосбережение будет осуществлено. Государственные казначеи попросту не имеют других источников финансирования, кроме тех, которые идут за коммунальные услуги, чтобы создать поток денежных средств для ЭСКО. Потому ЭСКО материально заинтересованы в доставке качественного оборудования, а вышеупомянутое требование по финансовым гарантиям только усложняет их положение и увеличивает срок окупаемости. Более того,

на ЭСКО может быть наложен штраф при недостаточном уровне энергосбережения;

- дополнительной проблемой, которая усложняет реализацию энергосервисных контрактов, является тот факт, что максимальная цена контракта устанавливается неверно. В действительности, она устанавливается не на основе минимального энергосбережения, требуемого клиентом, с повышением, как и следовало бы ожидать, если затраты клиента на электроэнергию в период после проведения энергосберегающих мероприятий уменьшатся в сравнении с базисным периодом. В конечном итоге максимальная цена контракта оценивается не по предложениям по энергосбережению от ЭСКО, а на основе требуемого клиентом энергосбережения, которое искусственно завышено, что требует повышенных финансовых гарантий от ЭСКО;

- оплату по энергосервисным контрактам ЭСКО может получать только при уменьшении потребления клиентом энергии (и воды). Это не учитывает тот факт, что результатом реализации проекта по энергосбережению могут стать иные виды экономии, такие как уменьшение расходов на техническое обслуживание или расходов на персонал, исключение тех или иных разовых затрат или оптимизация тарифов на энергоносители. Согласно же текущим правилам регулирования ЭСКО могут обеспечивать возврат своих инвестиционных затрат в проекты только за счет энерго- и водосбережения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горшков А.С., Немова Д.В., Ватин Н.И. Формула энергоэффективности // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2013, №7(12). С.49..63.
2. Горшков А.С. Что тормозит внедрение энергосбережения в России? // Энергосбережение. – 2015, № 6. С. 46..49.
3. Зубков С.В. Энергосервисный контракт, как механизм повышения энергетической эффективности // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2015, № 12(51). С. 90..92.
4. Канарейкин А.А. У энергосервисных контрактов - прекрасный потенциал // Энергия: экономика, техника, экология. – 2017, №8. С.66..67.
5. Кирюдчева А.Е., Немова Д.В. Энергосервисные контракты в России и Европейском Союзе // Стро-

ительство уникальных зданий и сооружений. – 2017, №10 (61). С. 7...21.

6. Полянская О.А., Беспалова В.В. Энергосервисный контракт как способ экономии оборотных средств в бюджетной сфере // Налоги и финансы. – 2016, №3 (31). С. 45...48.

REFERENCES

1. Gorshkov A.S., Nemova D.V., Vatin N.I. Formula energoeffektivnosti // Stroitelstvo unikalnyh zdaniy i sooruzhenij. – 2013, №7(12). S.49...63.

2. Gorshkov A.S. Chto tormozit vnedrenie energosbezheniya v Rossii? // Energobezhenie. – 2015, № 6. S. 46...49.

3. Zubkov S.V. Energoserвисnyj kontrakt, kak mehanizm povysheniya energeticheskoy effektivnosti // Eko-

nomika i menedzhment innovacionnyh tehnologij. – 2015, № 12(51). S. 90...92.

4. Kanarejkin A.A. U energoserвисnyh kontraktov - prekrasnyj potencial // Energiya: ekonomika, tehnika, ekologiya. – 2017, №8. S.66...67.

5. Kiryudcheva A.E., Nemova D.V. Energoserвисnye kontrakty v Rossii i Evropejskom Soyuze // Stroitelstvo unikalnyh zdaniy i sooruzhenij. – 2017, №10 (61). S. 7...21.

6. Polyanskaya O.A., Bespalova V.V. Energoserвисnyj kontrakt kak sposob ekonomii oborotnyh sredstv v byudzhetnoj sfere // Nalogi i finansy. – 2016, №3 (31). S. 45...48.

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

УДК 330.3

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_9

ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ: ОПЫТ МИРОВЫХ СТРАН И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИИ*

THE TEXTILE INDUSTRY IN THE CONTEXT OF A PANDEMIC: EXPERIENCE OF WORLD COUNTRIES AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT IN RUSSIA

И.И. САВЕЛЬЕВ, К.А. НЕФЕДОВА

I.I. SAVELEV, K.A. NEFEDOVA

(Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Российский университет кооперации (Владимирский филиал))

(Lomonosov Moscow State University,
Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs,
Russian University of Cooperation (Vladimir branch))

E-mail: sii-33@mail.ru, kseniya-nefedowa@yandex.ru

Одной из глобальных мировых проблем на протяжении последних полутора лет является развитие и распространение коронавирусной инфекции. Колоссальные потери в связи с распространением COVID-19 несет не только человечество, но и бизнес. Уже сейчас пандемия оказала серьезное

* Исследование проведено при финансовой поддержке экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (исследовательский проект «Применение методов сетевого анализа институциональных факторов становления и развития производственных кластеров»).

* This research was conducted with the financial support of the Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University (research project «Application of network analysis methods of institutional factors of formation and development of industrial clusters»).

влияние на мировую экономику и заставляет предпринимателей нести убытки. В связи с карантином многие компании были вынуждены временно закрыться, произошло сокращение совокупного спроса и увеличилась доля безработных, а кто-то и вовсе потерял бизнес. Во всем мире не осталось такой компании и сферы деятельности, которую бы в той или иной степени не затронула проблема распространения коронавируса. Хуже всего пришлось классическим производственным компаниям, среди которых практически не наблюдалось тех, кто смог извлечь положительные моменты для бизнеса в условиях пандемии коронавируса.

Представленная статья посвящена оценке влияния коронавирусной инфекции на текстильную промышленность в России и за рубежом. В статье рассмотрены основные проблемы и перспективы развития текстильной промышленности в условиях пандемии коронавируса. Определены ключевые особенности функционирования предприятий данной отрасли в сложившихся кризисных условиях; проведено сопоставление с аналогичными предприятиями Европы и Азии. На основе данного анализа сформулированы проблемы текстильных предприятий как в России, так и за рубежом. Определены наиболее перспективные направления производства, а также возможности и условия развития отрасли в пост-пандемический период.

One of the global problems of the world over the past year and a half is the development and spread of coronavirus infection. Colossal losses due to the spread of COVID-19 are borne not only by humanity, but also by business. Already, the pandemic has had a serious impact on the global economy and is forcing entrepreneurs to bear losses. Due to the quarantine, many companies were forced to temporarily close, there was a reduction in aggregate demand and an increase in the share of the unemployed, and some lost their business altogether. There is no company or area of detail left in the world that is not affected to some extent by the problem of the spread of the coronavirus. The classic manufacturing companies had the worst time, among which there were almost no those who were able to extract positive points for business in the context of the coronavirus pandemic.

The article is devoted to the assessment of the impact of coronavirus infection on the textile industry in Russia and abroad. The article considers the main problems and prospects of the textile industry development in the context of the coronavirus pandemic. The key features of the functioning of enterprises in this industry in the current crisis conditions are identified; a comparison with similar enterprises in Europe and Asia is made. On the basis of this analysis, the problems of textile enterprises, both in Russia and abroad, are formulated. The most promising areas of production, as well as the opportunities and conditions for the development of the industry in the post-pandemic period are identified.

Ключевые слова: текстильная промышленность, пандемия, развитие, проблемы, перспективы.

Keywords: textile industry, pandemic, development, problems, prospects.

Для мировой экономики весна 2020 г. оказалась катастрофической. Меры защиты от эпидемии привели к тому, что многие страны фактически закрыли свои границы,

свелось к минимуму транспортное сообщение, остановились целые направления бизнеса. Даже "мировая фабрика" – Китай переживает далеко не лучшие времена и

только-только пытается оправиться от разрушительных последствий карантинных мер.

Одной из причин снижения темпов роста экономики стало падение промышленного производства. Шок платежеспособного спроса и предложения, разрывы в производственно-сбытовых цепочках, сокращение инвестиций – все эти факторы негативно сказываются на ряде промышленных секторов. Текстильная промышленность не является исключением.

В исследовании, проведенном Международной федерацией текстильных производителей (ITMF), отмечается, что в среднем в мире наблюдается спад потребности на продукцию текстильных предприятий [6]. С марта заказы в текстильной промышленности зарубежных стран сократились на 35...60 процентов, особенно это заметно в Румынии, Италии, Испании и Франции. Кроме того, возникли задержки с поставками, из-за чего производительность упала почти на треть.

Азия, не смотря на то, что играет ключевую роль в мировом производстве одежды, переживает ситуацию, когда многие рабочие места подвержены риску исчезнуть, что потенциально может привести к социальным проблемам в таких странах, как Бангладеш, Камбоджа и Китай, которые зависят от экспортной экономики. Так, швейная промышленность Бангладеш стоимостью 34 млрд. дол., также может сильно пострадать из-за вспышки продолжающегося вируса. Прежде всего, поставщики сырья сталкиваются с проблемами в обеспечении своевременной отгрузки. В настоящее время в швейной промышленности страны было отозвано заказов на \$2,6 млрд. Кроме того задерживаются и даже отменяются поставки сырья, поскольку они нужны импортерам немедленно для удовлетворения требований покупателей [1].

Среди основных проблем предприятий текстильной промышленности можно выделить следующие:

- падение спроса на внутреннем и внешнем рынках на большую часть продукции (не считая производимой в медицинских целях);

- временные простои в производстве. Из-за ограничений на передвижение работники не могут добраться до рабочих мест;

- массовые отмены и/или отсрочки существующих заказов, отсутствие новых поступающих заказов и неопределенность в отношении будущего;

- прекращение и/или задержки поставок сырья и комплектующих. Одним из крупнейших поставщиков является Китай, где приостанавливались многие производства. К тому же введение и ужесточение санитарных проверок в транзитных странах приводит к задержке грузов;

- нарушение международной цепочки поставки (стоимости), что влечет увеличение себестоимости и делает производство неэффективным; нарушение логистических связей;

- сокращение продаж и соответственно дохода предприятий приводит к затовариванию продукции, недостатку оборотных средств и трудностям с выплатой заработной платы, налогов и платежей по кредитам;

- проблемы ликвидности – отсутствие дополнительного капитала для поддержки производства;

- трудности в реализации инвестиционных проектов с участием иностранных инвесторов, связанные с поставками оборудования из-за рубежа и прибытием иностранных специалистов в страну;

- сложности с транспортировкой готовой продукции, сырья, полуфабрикатов при экспорте. В большинстве стран резко выросли сроки и стоимость поставок. Кроме того, временно закрыты многие торговые центры и предприятия – основные импортеры текстиля.

В то же время некоторые предприятия из-за сложившейся ситуации, обусловленной развитием пандемии коронавируса, находят и возможности для своего развития. Так, например, повышенный спрос на сырье и швейное оборудование позволил освободить склады многих фабрик от "залежалой" и ранее не востребованной продукции. Основными потребителями таких товаров стали швей-домохозяйки, которые, так же, как и крупные предприятия, пере-

ключились на производство наиболее востребованных текстильных изделий [2].

Благодаря тому, что пандемия серьезно ускорила многие процессы, например, получение сертификатов на реализацию товаров, у предприятий появилась дополнительная возможность освоить новые виды производства. На наш взгляд, в ближайшие несколько месяцев, а, возможно, и несколько лет, наиболее востребованными товарами будут оставаться:

- маски и средства индивидуальной защиты;

- спецодежда для работы в наиболее зараженных зонах;

- постельные принадлежности и полотенца для больничного фонда, в том числе одноразовые, которые в связи с более высокими требованиями к обработке и ростом заболеваемости, будут быстрее приходить в негодность;

- одноразовая нательная одежда (операционные и ночные рубашки, больничные халаты и пр.);

- технический текстиль, тряпки и другие средства для уборки помещений (в связи с ростом требований к проведению дезинфекции общественных помещений).

Одним из главных условий для производства данной текстильной продукции в ближайшее время станет обеспечение ее безопасности. Уже сейчас производители различных текстильных материалов могут придавать хлопчатобумажному полотну антибактериальные свойства. Санитарно-гигиеническая защита эффективно действует против множества грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также грибов. Ткань с антибактериальной обработкой не дает им питаться, расти и размножаться. По своим качествам обработанная ткань не уступает обычным образцам – она устойчива к стирке, к глажению при высоких температурах, сохраняет гигиеническую свежесть и предотвращает появление неприятного запаха, вызванного жизнедеятельностью бактерий [4], [7].

Безусловно, самым перспективным направлением в настоящее время представляется производство защитной одежды, которая делится на два вида.

Первое – костюмы, предназначенные для работы с зараженными. Эти костюмы состоят из комбинезона (который официально называется пижамой), капюшона, халата, защитных очков, маски, резиновых перчаток и сапог. В комплекте может быть также респиратор. По российскому законодательству такие костюмы должны быть не только в больницах и поликлиниках, но и в машинах скорой помощи противинфекционных бригад. На скорой помощи работают чаще всего в одноразовых костюмах. Также в одноразовых костюмах встречаются пассажиров, прибывших из-за границы с подозрением на коронавирус. Они гораздо дешевле, но и изготовлены из более простых материалов: например, вместо сапог полагаются только бахилы на завязочках, вместо защитного халата – комбинезон и нарукавники или фартук. Различаются и материалы: одноразовый сделан из синтетических материалов типа полиэстера, а многоразовый – из плотного хлопка или вискозы с водоотталкивающим покрытием.

Второй вид – костюмы, предназначенные для работы в зонах заражения. В комплект, помимо комбинезона, капюшона, перчаток и маски (или респиратора), входят сапоги-бахилы, фильтровентиляционная установка и сменные фильтры.

Таким образом, предприятиям текстильной промышленности важно не только наладить собственное производство указанной спецодежды, но и развить партнерские отношения с производителями комплектующих для нее.

В качестве еще одной возможности, которая открылась производителям текстильной продукции, можно назвать то, что сегодня многие крупнейшие игроки рынка ищут производственные мощности именно в России – переносят свои заказы из Китая и других стран по причине сложностей с логистикой и нестабильности на валютном рынке [2]. По такому принципу пошли предприятия Великобритании. Несмотря на то, что сейчас фабрики закрыты, розничные продавцы и бренды уже перерасмещают свои заказы на локальных производствах вместо Китая, благодаря чему производительность отрасли в среднем увеличится на

20...30%. В сложившихся обстоятельствах многие ритейлеры пересмотрели возможность выпуска продукции у британских производителей. Кроме того, специалисты из британской адвокатской группы по производству Makelt British считают, что британские ритейлеры и бренды одежды теперь будут сосредоточены на поставках своих тканей на внутреннем рынке, чтобы у них была возможность обеспечить все производство в пределах страны [8].

Аналогичный путь развития событий вполне ожидаем и в России. Сложившаяся ситуация, по нашему мнению, может вызвать рост спроса на отечественные швейные изделия, в первую очередь, одежду. Уже сейчас можно наблюдать ситуацию, когда онлайн-магазины "вывешивают" залежалый и неликвидный складской остаток, так как запасы закончились, а новых поставок из-за рубежа пока не предвидится. Таким образом, у российских фабрик появляется перспектива заполнить возникшую брешь и вытеснить ряд зарубежных производителей. При этом стоит отметить, что реализовать данную возможность отечественные швейные предприятия смогут только при условии повышения качества конечной продукции, которое формируется не только из качества выполнения работ, но из качества сырья и материалов, обеспечить которое – главная задача текстильной промышленности.

Среди основных проблем, с которыми столкнется текстильная промышленность после окончания пандемии, можно отметить:

- снижение квалификации сотрудников (многие привыкли к более простой операторской работе и перестроиться обратно на выпуск более сложных изделий может оказаться затруднительным);

- снижение производительности труда;

- потеря крупных потребителей, которые в период пандемии расторгли договоры (у компаний-производителей нет уверенности в том, что они вернутся обратно) [2].

Чтобы не только выжить в сложившихся непростых условиях, но и суметь реализовать возникающие возможности, текстильным предприятиям необходимо уже сейчас

пересмотреть свою политику в области продаж и продвижения. Во-первых, стоит отказаться от привязки к объемам заказа. Уже сейчас многие предприятия готовы браться даже за самый незначительный объем, лишь бы поддержать производственный процесс и выйти на самокупаемость. В дальнейшем данная позиция также будет незаменима, так как первое время многие заказчики не смогут сразу выйти на прежний уровень продаж, а значит и закупать будут в более усеченном объеме.

Во-вторых, так как многие фабрики терпят убытки и теряют своих заказчиков, то после окончания кризиса первое, за что они возьмутся – восстановление клиентской базы. В данном случае речь идет как о российском так и зарубежном производстве. Поэтому главная задача текстильного производства нашей страны – обеспечить себе лидерство в этой непростой конкурентной борьбе. Для этого подойдет, на первый взгляд, не самая популярная в нынешнее время технология продаж – телефонный маркетинг. Именно простой обзвон и общение с потенциальными заказчиками могут стать толчком для заключения договоров и формирования новой клиентской базы.

Получат преимущество производители, которые перейдут к более тесной координации с государственным сектором, а следовательно, многим текстильным предприятиям необходимо освоить лоббистские и PR-технологии продвижения. В их пользу будет работать упрощение некоторых регуляторных процедур для ускорения вывода необходимых продуктов на рынок, что в свою очередь позволит контролировать производство критически важной продукции и обеспечивать интересы граждан.

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ показал, что пандемия диктует бизнесу свои условия. Под удар в числе прочих попала и текстильная промышленность. Офлайн-продажи продукции текстильных предприятий сегодня остановились. В результате некоторые предприятия перешли на онлайн-продажи, но удаленная работа оказалась выходом не

для всех. Многие компании сегодня вынуждены быстро переориентироваться на новые виды продукции. Только учитывая изменяющиеся условия производства, регулярно анализируя спрос на разные виды продукции и адаптируя ее характеристики к требованиям рынка, предприятия текстильной промышленности будут иметь шанс на выход из возникшего кризиса. Повышение же качества конечных изделий, а также переосмысление подходов к организации их продаж и продвижению позволят им обеспечить свой рост и развитие в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аймен А.Т., Аташева Д.О., Хажгалиева Д.М., Амирова Г., Сулейменова И. Опыт зарубежных стран в развитии легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 2.
2. COVID-19: новые вызовы для легпрома [Электронный ресурс] Государственный ресурс о качестве: для тех, кто стремится к совершенству. - Режим доступа: <https://kachestvo.pro/kachestvo-upravleniya/svoy-put/covid-19-novye-vyzovy-dlya-leg-proma/>
3. Какие убытки от коронавируса ожидают текстильную отрасль [Электронный ресурс] // Текстильные новости. - Режим доступа: <https://nes-textile.ru/ubytki-ot-koronovirusa/>
4. Морганов А.П., Дымникова Н.С., Ерохина Е.В. Биологически активные текстильные материалы для изделий медицинского и косметического назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 6.
5. Нозимахон Гафурова, Жамбыл Орынтасв. Международное сотрудничество в борьбе с пандемией, вызванной коронавирусом Covid-19: зарубежный и национальный опыт // Reviewoflawsciences. – 2020, № 127-133.
6. О влиянии Корона-пандемии на глобальную текстильную промышленность. [Электронный ресурс] // Международная федерация текстильных производителей (ITMF). - Режим доступа: <https://uzts.uz/korona-issledovanie-mejdunarodno-federaciy-tekstilnyh-proizvoditeley-itml-o-vliyanii-korona-pandemii-na-globalnuyu-tekstilnuyu-promyshlennost/>
7. Текстильпром в период пандемии: с заботой о здоровье. [Электронный ресурс] Портал производителей ивановского текстиля.- Режим доступа: <https://ivtextil.ru/about>
8. Текстильная промышленность Великобритании демонстрирует рост во время пандемии [Электронный ресурс] // PR.Ofashion.ru / журнал и портал о моде для профессионалов. - Режим доступа: <https://profashion.ru/production/industrv/tekstilnava-promvshlennost-velikobritanii-demonstriruet-rost-vo-vremva-pandemii/>

REFERENCES

1. Aymen A.T., Atasheva D.O., Khazhgalieva D.M., Amirova G., Suleymenova I. Opyt zarubezhnykh stran v razvitii legkoy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 2.
2. COVID-19: novye vyzovy dlya legproma [Elektronnyy resurs] Gosudarstvennyy resurs o kachestve: dlya tekhn, kto stremitsya k sovershenstvu. - Rezhim dostupa: <https://kachestvo.pro/kachestvo-upravleniya/svoy-put/covid-19-novye-vyzovy-dlya-leg-proma/>
3. Kakie ubytki ot koronavirusa ozhidayut tekstil'nyuyu otrasl' [Elektronnyy resurs] // Tekstil'nye novosti. - Rezhim dostupa: <https://nes-textile.ru/ubytki-ot-koronovirusa/>
4. Moryganov A.P., Dymnikova N.S., Erokhina E.V. Biologicheski aktivnye tekstil'nye materialy dlya izdeliy meditsinskogo i kosmeticheskogo naznacheniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 6.
5. Nozimakhon Gafurova, Zhambyl Oryntasv. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo v bor'be s pandemiy, vyzvannoy koronavirusom Covid-19: zarubezhnyy i natsional'nyy opyt // Reviewoflawsciences. – 2020, № 127-133.
6. O vliyanii Korona-pandemii na global'nyuyu tekstil'nyuyu promyshlennost'. [Elektronnyy resurs] // Mezhdunarodnaya federatsiya tekstil'nykh proizvoditeley (ITMF). - Rezhim dostupa: <https://uzts.uz/korona-issledovanie-mejdunarodno-federaciy-tekstilnyh-proizvoditeley-itml-o-vliyanii-korona-pandemii-na-globalnuyu-tekstilnuyu-promyshlennost/>
7. Tekstil'prom v period pandemii: s zabotoy o zdorov'e. [Elektronnyy resurs] Portal proizvoditeley ivanovskogo tekstilya.- Rezhim dostupa: <https://ivtextil.ru/about>
8. Tekstil'naya promyshlennost' Velikobritanii demonstriruet rost vo vremya pandemii [Elektronnyy resurs] // PR.Ofashion.ru / zhurnal i portal o mode dlya professionalov. - Rezhim dostupa: <https://profashion.ru/production/industrv/tekstilnava-promvshlennost-velikobritanii-demonstriruet-rost-vo-vremva-pandemii/>

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВЛГУ имени А.Г. и А.Н. Столетовых. Поступила 19.04.21.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ
И ПОИСК ВЕРХНИХ ПРЕДЕЛОВ ЗАТРАТ
НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ НЕТКАНЫХ ПРОИЗВОДСТВ,
ИМЕЮЩИХ МОБИЛЬНЫЙ АССОРТИМЕНТ**

**DEFINITION OF ZONES OF ECONOMIC SAFETY OF INVESTMENTS
AND SEARCH OF THE UPPER LIMITS OF EXPENSES
FOR TECHNICAL RE-EQUIPMENT OF NON-WOVEN PRODUCTIONS
HAVING THE MOBILE RANGE**

Л.Е. ЗЕРНОВА, С.И. ИЛЬИНА, Н.С. ИВАЩЕНКО, С.А. ПЕРШУКОВА, О.С. ОЛЕНЕВА

L.E. ZERNOVA, S.I. ILINA, N.S. IVASCHENKO, S.A. PERSHUKOVA, O.S. OLENEVA

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

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

E-mail: dekfem@mail.ru

В статье предлагается математическая зависимость между параметрами ассортимента нетканого полотна и показателями использования оборудования для определения верхних пределов затрат на приобретение новой техники при техническом перевооружении с учетом специфики нетканых производств. Предложена номограмма для определения зон экономической безопасности инвестиций при поиске верхних пределов затрат на замену парка вязально-прошивного оборудования, позволяющая выявить границы зоны ассортиментного риска с учетом ожидаемых колебаний спроса и предложения на нетканое полотно в условиях сценарного плана.

The article proposes a mathematical relationship between the parameters of the range of non-woven fabrics and the indicators of the use of equipment to determine the upper limits of the cost of purchasing new equipment during technical re-equipment, taking into account the specifics of non-woven industries. A nomogram is proposed for determining the zones of economic security of investments when searching for the upper limits of the cost of replacing the knitting and sewing equipment fleet, which allows identifying the boundaries of the assortment risk zone, taking into account the expected fluctuations in demand and supply for non-woven fabric in the conditions of the scenario plan.

Ключевые слова: верхние пределы затрат, техническое перевооружение, зоны экономической безопасности, комплексные параметры, ассортимент, ассортиментный риск.

Keywords: upper limits of costs, technical re-equipment, economic security zones, complex parameters, assortment, assortment risk.

Проведенный анализ состояния текстильной промышленности показал, что без технического перевооружения отрасль не

сможет стать конкурентоспособной, особенно в существующих условиях экономической нестабильности, вызванных приме-

няемыми санкциями и последствиями пандемии коронавирусной инфекции. Техническое перевооружение связано со значительными капитальными затратами, окупаемость которых должна учитывать рыночные отношения (гарантию своевременного возврата заемных средств; установление цен с учетом конкуренции) [1...4]. Однако в современных условиях снижения деловой активности инвесторы не рискуют вкладывать деньги в техническое перевооружение отечественных текстильных предприятий [5], [6]. Существующие методики определения экономической эффективности новой техники и поиска верхних уровней ее цены не дают ответов на интересующие инвесторов вопросы, так как не учитывают специфических производственных и ассортиментных особенностей конкретных производств [7...9]. Согласно существующим методикам оценка эффективности проводится по "профильному" ассортименту. Однако в условиях рыночной экономики, обострения конкуренции ассортимент меняется достаточно быстро; смена "профильных" артикулов может произойти не один раз, даже за период освоения новой техники. В результате резко искажается ожидаемый экономический эффект. Ассортимент существенно влияет на показатели использования оборудования, труда, себестоимость продукции. Известно, что себестоимость единицы продукции непосредственно влияет на прибыль. Это влияние проявляется как через возможность роста прибыли, так и через снижение цен на продукцию, увеличение спроса и объемов выпуска. На себестоимость продукции и прибыль предприятия влияют параметры полезности техники, а также ее цена и ассортимент выпускаемой продукции [10...12]. Нами была поставлена и решена задача – учесть влияние мобильного ассортимента на верхние пределы затрат на техническое перевооружение нетканых производств, без искажения уровня эффективности этого перевооружения. Для этой цели при выводе формул для учета ассортиментной специфики был использован показатель – стоимость обработки единицы продукции, отражающий основные параметры полезности

новой техники. Техническое перевооружение производств нетканых материалов ориентировано на приобретение импортной техники, как правило, превосходящей имеющееся на отечественных предприятиях оборудование не только по скоростным параметрам, но и отличающееся заправочной шириной. Специфической особенностью производства нетканых материалов является неполное использование заправочной ширины оборудования при выработке большинства артикулов. На кафедре коммерции и сервиса РГУ имени А.Н. Косыгина разработан методический подход к определению эффективности новой техники, базирующийся не только на оценке параметров полезности, но и на возможности изменения заправочной ширины оборудования и степени ее использования. Предложен алгоритм поиска верхних пределов затрат на техническое перевооружение по оценочному критерию "стоимость обработки 1000 м² полотна на нетканом переходе на заданном уровне снижения" (формула (12)).

Алгоритм расчета верхних пределов затрат на приобретение и установку единицы оборудования включает следующие этапы.

1) Расчет теоретической производительности оборудования по базовому варианту A_6 , м/ч, формулы (1)...(3):

– холстопршивного оборудования:

$$A = \frac{50 \cdot 60n}{1000P_B}, \quad (1)$$

– нитепршивного оборудования:

$$A = \frac{nL \cdot 60}{1000}, \quad (2)$$

– иглопробивного оборудования:

$$A = \frac{nf \cdot 60}{1000}, \quad (3)$$

где n – частота вращения главного вала (число ударов игольницы), мин⁻¹; P_B – плотность прошива по длине (число петель на 50 мм длины); L – длина стежка, мм; f – величина подачи холста, мм.

2) Расчет основного машинного времени наработки 100 м полотна по базовому варианту, $t_{м6}$, мин, формула (4):

$$tm_{\delta} = \frac{60 \cdot 100}{A_{\delta}}. \quad (4)$$

3) Расчет коэффициента Ka_{δ} по базовому варианту, формула (5):

$$Ka_{\delta} = \frac{tm_{\delta}}{tm_{\delta} + tvn_{\delta}}, \quad (5)$$

где tvn_{δ} – неперекрываемое вспомогательное время на 100 м полотна по базовому варианту, мин.

4) Расчет коэффициента Kb_{δ} по базовому варианту, формула (6):

$$Kb_{\delta} = \frac{Tcm_{\delta} - (Tob_{\delta} + Tln)}{Tcm_{\delta}}, \quad (6)$$

где Tcm_{δ} – продолжительность смены, мин; Tob_{δ} – неперекрываемое время обслуживания рабочего места за смену по базовому варианту, мин; Tln – время на личные надобности и отдых за смену, мин.

5) Расчет коэффициента, учитывающего простои из-за совпадений Kc_{δ} по базовому варианту, формула (7):

$$Kc_{\delta} = \frac{tm_{\delta}}{tm_{\delta} + tvn_{\delta}(No_{\delta} - 1)(1 - Ka_{\delta})}, \quad (7)$$

где No_{δ} – норма обслуживания оператора по базовому варианту, количество единиц оборудования.

$$Z_{\delta} = \frac{Z_o \frac{100 + \delta}{100}}{176No_{\delta}} + \frac{Z_{pm} \frac{100 + \delta}{100}}{176No_{pm\delta}} + \frac{Z_{ув} \frac{100 + \delta}{100Nч_{ув}}}{176No_{ув\delta}}, \quad (10)$$

где Z_o – среднемесячная заработная плата оператора, руб.; Z_{pm} – среднемесячная заработная плата помощника мастера, руб.; No_{δ} – норма обслуживания оператора в базовом варианте; $No_{pm\delta}$ – норма обслуживания помощника мастера в базовом варианте; $No_{ув\delta}$ – норма обслуживания бригады узловязальщиц в базовом варианте, ед. оборудования; $Nч_{ув}$ – норма численности узловязальщиц в

6) Расчет коэффициента полезного времени по базовому варианту Kpv_{δ} , формула (8):

$$Kpv_{\delta} = Ka_{\delta}Kb_{\delta}Kc_{\delta}. \quad (8)$$

7) Расчет нормы производительности оборудования по базовому варианту Nm_{δ} , формула (9):

$$Nm_{\delta} = A_{\delta}Kpv_{\delta}, \quad (9)$$

где Nm_{δ} – норма производительности оборудования, м/ч.

Аналогично проводятся расчеты теоретической производительности An , основного машинного времени tm_n , коэффициентов Ka_n, Kb_n, Kc_n, Kpv_n и нормы производительности оборудования Nm_n по новому варианту.

8) Расчет коэффициента K_n , учитывающего соотношение производительности новой и базовой техники и коэффициента $K_{ш}$, учитывающего соотношение заправочной ширины нетканого полотна, был представлен ранее в [7].

9) Расчет среднечасовой заработной платы производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды в пересчете на единицу оборудования в базовом варианте Z_{δ} , руб., формула (10):

бригаде в базовом варианте, чел.; δ – норматив отчислений на социальные нужды, %.

10) Расчет часовых затрат \mathcal{E}_{δ} на двигательную энергию в пересчете на единицу оборудования в базовом варианте, руб., формула (11):

$$\mathcal{E}_{\delta} = \frac{(N_{\delta} Kpv_{\delta} K\rho_{\delta} \mathcal{E}_{\delta})}{Kn_{\delta}}, \quad (11)$$

где $N_{э6}$ – мощность электродвигателя по базовому варианту, кВт; $K_{пв6}$ – коэффициент полезного времени по базовому варианту; $K_{рo6}$ – коэффициент работающего оборудования по базовому варианту; $Ц_{э}$ – цена одного кВт/ч электроэнергии, руб.; $K_{п.э}$ – коэффициент, учитывающий потери в сети, трансформаторе, $\cos\varphi$ и т.д.

Аналогично проводятся расчеты среднечасовой заработной платы производ-

ственных рабочих с отчислениями на социальные нужды в пересчете на единицу оборудования Z_n и часовых затрат на двигательную энергию в пересчете на единицу оборудования \mathcal{E}_n по новому варианту.

Расчет верхних пределов затрат на приобретение и установку новой техники по критерию: "стоимость обработки 1000 м² полотна на нетканом переходе на заданном уровне снижения" $\Phi_{н2}$, формула (12):

$$\Phi_{н.2} = K_{п} K_{ш} \Phi_{б} + \frac{[K_{п} K_{ш} (Z_{б} + \mathcal{E}_{б}) - (Z_n + \mathcal{E}_n) - (SШ_n N_{м.н} K_{рo})] T}{\frac{N_{a.н} + N_{р.н}}{100}}, \quad (12)$$

где $\Phi_{б}$ – затраты на приобретение и установку техники по базовому варианту, руб.; S – заданный уровень снижения стоимости обработки 1 м² нетканого полотна, руб.; T – режимный фонд времени, ч; $N_{a.н}$ – норма амортизации по новому варианту, %; $N_{р.н}$ – норма, учитывающая затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования по новому варианту, %.

В результате анализа и математической обработки зависимости себестоимости единицы продукции от показателей полезности новой техники, ее цены, ассортимента выпускаемого нетканого полотна были получены и апробированы формулы, позволяющие построить номограммы для определения верхних пределов затрат на техническое перевооружение парка нетканого оборудования $\Phi_{н2}$ с учетом различных вариантов $t_{вн}$, (мин/100 м полотна) по критерию стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна на заданном уровне снижения. При этом, чем выше уровень задаваемого снижения стоимости обработки 1 м² нетканого полотна, тем ниже уровень верхних пределов затрат на приобретение и установку единицы оборудования по критерию стоимости обработки 1000 м² полотна на нетканом переходе на заданном уровне снижения (рис. 1 – номограмма для определения зависимости верхних пределов затрат на приобретение и установку одной нитепрошивной машины $\Phi_{н2}$ от длины стежка l при различных вариантах снижения стоимости обработки 1 м²). Среди оценочных крите-

риев он представляет особый интерес. В зоне ассортиментного риска по некоторым артикулам возможно как увеличение стоимости обработки единицы продукции, так и снижение стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна, так как ассортимент нетканых материалов, как было показано выше, оказывает весьма существенное влияние на стоимость обработки единицы продукции и, как следствие, на показатели эффективности новой техники.

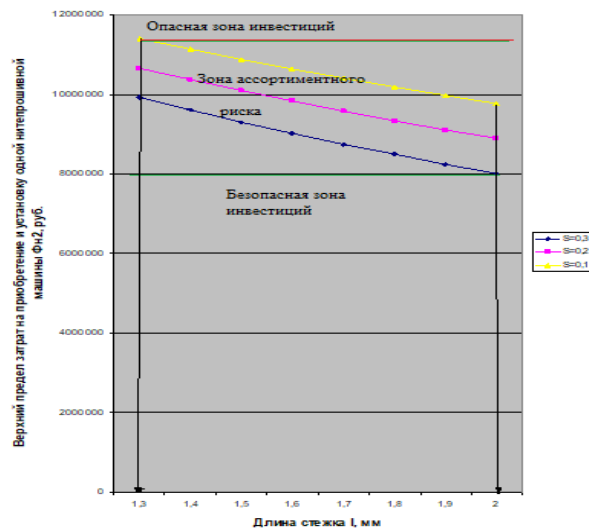


Рис. 1

Анализ полученных номограмм показал, что ассортимент существенно влияет и на верхние пределы затрат на техническое перевооружение. При этом, приобретая новую технику, инвестор должен четко выбрать конкретный вариант покупки новой

техники, учитывая при этом колебания структуры ассортимента выпускаемой продукции, присущие перевооружаемому предприятию. Как было отмечено выше, в современных условиях рыночной экономики ассортимент меняется довольно быстро.

Если условно предположить, что "профильный" ассортимент окажется на верхней границе цен, то при смене ассортимента произойдет увеличение стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна, а это может оказаться кризисной ситуацией для инвестора.

Как видно из рис.1, опасная зона инвестиций находится выше предела затрат 11404222,86 руб. Безопасная зона находится ниже уровня 8019448,2 рублей. Это означает, что, приобретая и устанавливая одну нитепрошивную машину при капитальных затратах ниже уровня 8000000 руб. в пределах всей ассортиментной композиции, увеличения стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна не произойдет. Более того, по большинству артикулов произойдет снижение стоимости обработки единицы продукции, а предприятие обезопасит себя от потери выгоды от технического перевооружения при переходе на другой ассортимент. Приобретая и устанавливая одну вязально-прошивную машину при капитальных затратах выше 11405000 руб., необходимо учитывать, что произойдет увеличение стоимости обработки 1000 м² нетканого полотна по всем видам выпускаемой продукции и, как следствие, увеличение себестоимости единицы продукции и снижение эффективности технического перевооружения. В зоне ассортиментного риска по одним артикулам возможно увеличение стоимости обработки единицы продукции, по другим – снижение этой величины. Таким образом, предприятие, покупающее технику по цене, находящейся в зоне ассортиментного риска, может не получить запланированного уровня эффекта от технического перевооружения. Верхние пределы затрат на техническое перевооружение по данному критерию существенно зависят от задаваемого уровня снижения стоимости обработки, при этом, чем выше

уровень задаваемого снижения, тем ниже должен быть запланирован уровень капитальных затрат. Работая с этим критерием, предприятия смогут после технического перевооружения выходить на новый уровень себестоимости и, как следствие, на более низкий уровень цен на продукцию, что является важным в условиях конкуренции на рынке.

ВЫВОДЫ

Данный метод поиска зон экономической безопасности инвестиций предложен для того, чтобы предприятия, планирующие техническое перевооружение, не оказались в ситуации резкого ухудшения финансовых показателей или банкротства. Пользуясь данным номографическим методом, сотрудники предприятий по производству нетканых материалов смогут наглядно выявить границы зоны ассортиментного риска с учетом ожидаемых колебаний спроса и предложения на нетканое полотно в условиях сценарного плана. Предложенная формула позволит специалистам предприятий, а также реальным и потенциальным инвесторам оперативно определять верхние пределы затрат на приобретение и установку новой техники при техническом перевооружении. Получен инструмент принятия управленческих решений для качественной замены парка оборудования, гарантирующий получение запланированного эффекта при любой подвижности ассортимента в условиях кризиса, экономической нестабильности или снижения деловой активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Carl-Gustav Melén*. A Note on Factor Prices and Technical Progress // *Technology and Investment*. – V.2, №3, 2011.
2. *Busekkin R., F. del Rio and B. Martinez*. Technological Progress, Obsolescence and Wear // *Oxford Economic Papers*. – Vol. 61, №3, 2006. P. 440...466.
3. *Bitros G*. Optimal life of assets in conditions of uncertainty in the speed of embodied technical changes // *Metroeconomica*. – V. 59, № 2, 2008. P.173...188.
4. TO. - T. See, Endogenous Growth and Obsolescence, *Journal of Development Economics*. – Vol. 66, №1, 2001. P. 153...171.

5. Базоев С. Выдержит ли конкуренцию российская легкая промышленность?/Режим доступа <http://legprom.rbc.ru/articles/vyderzhit-li-konkurenciyu-rossiyskaya-legkaya-promyshlennost-intervyu-s-ekspertom/> (дата обращения 30.04.2021).

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

7. Методика (Основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений/ №64816/13/3/ Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов / Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/600208> (дата обращения 10.05.2021).

8. Мишаков В.Ю., Кирсанова Е.А. Особенности выбора целевого сегмента на рынке инновационных товаров и услуг // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 3. С. 32...36.

9. Mishakov V.Yu., Beketova O.N., Bykov V.M., Krasnyanskaya O.V., Vitushkina M.G. Management technologies to adapt modern principles of industrial enterprise' management // Journal of Advanced Research in Law and Economics. – 2018. Т. 9. № 4 (34). P.1377...1381.

10. Зернова Л.Е., Ильина С.И. Методический подход к реализации проектов технического перевооружения с учетом экономической безопасности инвестиций и специфических особенностей нетканых производств, имеющих мобильный ассортимент // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 5...9.

11. Зернова Л.Е., Ильина С.И. К вопросу определения зон экономической безопасности инвестиций на техническое перевооружение производств, имеющих мобильный ассортимент // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 1. С.9...12.

12. Филатов В.В., Мишаков В.Ю., Родинова Н.П., Остроухов В.М., Положенцева И.В., Ахмедова Х.Г. Организационно-экономические риски внедрения систем информационной безопасности предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 2. С. 60...68.

REFERENCES

1. Carl-Gustav Melén. A Note on Factor Prices and Technical Progress // Technology and Investment. – V.2, №3, 2011.

2. Busekkin R., F. del Rio and B. Martinez. Technological Progress, Obsolescence and Wear // Oxford Economic Papers. – Vol. 61, №3, 2006. P. 440...466.

3. Bitros G. Optimal life of assets in conditions of uncertainty in the speed of embodied technical changes // Metroeconomica. – V. 59, № 2, 2008. P.173...188.

4. TO. - T. See, Endogenous Growth and Obsolescence, Journal of Development Economics. – Vol. 66, №1, 2001. P. 153...171.

5. Bazojev S. Vyderzhit li konkurenciyu rossiyskaya legkaya promyshlennost'/?Rezhim dostupa <http://legprom.rbc.ru/articles/vyderzhit-li-konkurenciyu-rossiyskaya-legkaya-promyshlennost-intervyu-s-ekspertom/> (data obrashcheniya 30.04.2021).

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

7. Metodika (Osnovnye polozheniya) opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya v narodnom khozyaystve novoy tekhniki, izobreteniy i ratsionalizatorskikh predlozheniy/ №64816/13/3/ Elektronnyy fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov /Rezhim dostupa <https://docs.cntd.ru/document/600208> (data obrashcheniya 10.05.2021).

8. Mishakov V.Yu., Kirsanova E.A. Osobennosti vybora tselevogo segmenta na rynke innovatsionnykh tovarov i uslug // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 3. S. 32...36.

9. Mishakov V.Yu., Beketova O.N., Bykov V.M., Krasnyanskaya O.V., Vitushkina M.G. Management technologies to adapt modern principles of industrial enterprise' management // Journal of Advanced Research in Law and Economics. – 2018. Т. 9. № 4 (34). P.1377...1381.

10. Zernova L.E., Il'ina S.I. Metodicheskiy podkhod k realizatsii projektov tekhnicheskogo perevooruzheniya s uchedom ekonomicheskoy bezopasnosti investitsiy i spetsificheskikh osobennostey netkanykh proizvodstv, imeyushchikh mobil'nyy assortiment // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, № 2. S. 5...9.

11. Zernova L.E., Il'ina S.I. K voprosu opredeleniya zon ekonomicheskoy bezopasnosti investitsiy na tekhnicheskoe perevooruzhenie proizvodstv, imeyushchikh mobil'nyy assortiment // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 1. S.9...12.

12. Filatov V.V., Mishakov V.Yu., Rodinova N.P., Ostroukhov V.M., Polozhentseva I.V., Akhmedova Kh.G. Organizatsionno-ekonomicheskie riski vnedreniya sistem informatsionnoy bezopasnosti predpriyatiya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 2. S. 60...68.

Рекомендована кафедрой коммерции и сервиса.
Поступила 20.05.21.

**МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ**

**MECHANISMS OF DEVELOPMENT OF LIGHT INDUSTRY
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN THE CONTEXT OF THE PANDEMIC**

М.Б.ЮНУСОВ¹, А.М. ЕСИРКЕПОВА², А.С.ТУЛЕМЕТОВА³, Т.С.МИТРОШЕНКО⁴, Ж.А. САРИЕВА²
M.B. YUNUSSOV¹, A.M. YESSIRKEPOVA², A.S.TULEMETOVA³, T.S.MITROSHENKO⁴, ZH.A. SARIEVA²

¹Международный университет SILKWAY, Республика Казахстан,

²Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан,

³Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Республика Казахстан,

⁴Университет "Мирас", Республика Казахстан)

(SILKWAY International University, Republic of Kazakhstan,
Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan,
M.Auezov South Kazakhstan University, Republic of Kazakhstan,
"Miras" University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: essirkepova@mail.ru

В период пандемии остро встал вопрос об обеспеченности нормы ликвидности на предприятиях легкой промышленности. Следствием этого стало сокращение кредитных линий коммерческих банков и различных финансовых институтов, что негативно отразилось на общем состоянии отрасли. Постепенно сворачивается процесс предоставления льготных условий кредитования. В связи с этим возникла необходимость в выборе наиболее эффективных механизмов управления развитием предприятий легкой промышленности во всех странах, включая и Казахстан. Развитие легкой промышленности в данном случае подразумевает совершенствование четырех механизмов: развития сырьевого сектора и повышения эффективности отрасли; развития высокотехнологичных предприятий отрасли; стимулирования создания новых технологий переработки сырья; интенсификации деловой активности в отрасли. Каждый из механизмов включает в себя определенные элементы, обеспечивающие стабильность в работе на должном уровне. В данных условиях первоочередной задачей должно стать внедрение предложенного механизма развития легкой промышленности страны на перспективу, способного позволить предприятиям не только выжить в период кризиса, но и нарастить объемы производства, увеличив удельный вес данной отрасли экономики в общем объеме производства.

During the pandemic, the issue of ensuring the liquidity rate at light industry enterprises became acute. The result was a reduction in credit lines of commercial banks and various financial institutions, which negatively affected the overall state of the industry. The process of granting preferential credit conditions is gradually being phased out. In this regard, it became necessary to choose the most effective mechanisms for managing the development of light industry enterprises in all countries, including Kazakhstan. The development of light industry in this case implies the improvement of four mechanisms: the development of the raw materials sector

and increasing the efficiency of the industry; the development of high-tech enterprises in the industry; stimulating the creation of new technologies for processing raw materials; and the intensification of business activity in the industry. Each of the mechanisms includes certain elements that ensure stability in the work at the proper level. In these conditions, the priority task should be the introduction of the proposed mechanism for the development of the country's light industry in the future, which can allow enterprises not only to survive during the crisis, but also to increase production volumes, increasing the share of this sector of the economy in the total volume of production.

Ключевые слова: пандемия, легкая промышленность, региональная экономика, Республика Казахстан, факторы воздействия, механизм интенсификации.

Keywords: pandemic, light industry, regional economy, Republic of Kazakhstan, impact factors, intensification mechanism.

Мировой рынок сбыта понес колоссальные убытки вследствие введения коронавирусных ограничений. Потребители, в результате сокращения доходов, а также перехода на удаленную форму работы, сократили свои расходы. Такие товарные позиции, как одежда и обувь, переместились в рейтинге покупок со второго на десятое место, что негативно отразилось на объемах поставок всей отрасли легкой промышленности [1]. Предприятия вынуждены были сворачивать и консервировать свои производственные мощности, что послужило дополнительной причиной образовавшегося вакуума на рынке. Параллельно пострадала и такая сфера, как организация выставок и ярмарок, играющая ранее одну из основных ролей в процессе установления торговых отношений между крупными поставщиками и ритейлом. Постепенное снятие ограничений в предновогодний период, а также возросший спрос, обусловленный предпраздничными закупками, выявил проблему, сложившуюся в настоящее время на рынке: вследствие сокращения объемов сбыта, а также нарушения наработанных цепей поставок, на складах крупных поставщиков образовались нереализованные остатки предыдущего периода [2...5]. Невозможность обработать заявки вследствие сокращения персонала и сокращения объемов поставок привели к дополнительным убыткам в легкой промышлен-

ности. Все вышеобозначенное требует переосмысления роли легкой промышленности в экономике Казахстана в условиях пандемии и разработки механизма, способного увеличить удельный вес данной отрасли экономики в общем объеме производства.

Методы

Методами исследования явились общенаучные методы и принципы. К ним относятся системный подход, структурный анализ состояния и развития предприятий легкой промышленности, методы синтеза, а также графические и абстрактно-логические методы.

Результаты и обсуждение

Несмотря на свою важность для экономики Республики Казахстан, сфера легкой промышленности в настоящее время находится далеко не на лидирующих позициях [6]. Наблюдается сокращение спроса на отечественные ткани, обусловленного снижением уровня покупательской активности в условиях пандемии, с одновременным повышением спроса на готовые изделия. Статистические данные по удельному весу легкой промышленности в общем объеме производства, согласно официальным источникам, представлены в табл. 1.

Таким образом, наблюдается сокращение удельного веса легкой промышленности в общем объеме производства, что обусловлено рядом накопившихся в данное время проблем в отрасли [7...10].

Таблица 1

Показатели \ Годы	2015	2016	2017	2018	2019
Объем производства промышленной продукции (товаров, услуг), млн. тенге	14903099	19026781	22790209	27218063	29380342
- горнодобывающая промышленность и разработка карьеров, млн. тенге	7521180	9397619	11568785	14877068	15978061
- обрабатывающая промышленность, млн. тенге	5949728	8046845	9400848	10403854	11573350
в том числе: - легкая промышленность, млн. тенге	71592	82464	98090	99351	115843
Удельный вес легкой промышленности в общем объеме производства, %	0,48	0,43	0,43	0,37	0,39

Примечание. Данные Бюро статистики АСПиР РК.

Коронавирусная эпидемия в мировом масштабе потребовала от всех отраслей экономики проведения экстренных мероприятий по модернизации и перепрофилированию существующих производственных мощностей. У легкой промышленности в данных условиях, в силу специфики ассортимента, появилась реальная возможность не только нарастить свои объемы выпуска за счет госзаказов на производство масок и спецкостюмов, но и получить возможность, за счет инвестиционных вложений, трансформировать существующие производственные процессы. Несмотря на падение спроса на одежду, как основную продукцию легкой промышленности, за счет сокращения потребительского спроса, несмотря на временные перебои с поставками сырья, а также повышение логистических издержек за счет закрытия границ, сложившаяся ситуация в период пандемии позволила предприятиям данной отрасли увеличить свои производственные показатели.

Для разработки механизма развития легкой промышленности в условиях пандемии приняты во внимание имеющиеся в настоящее время предпосылки и приоритеты, способные оказать существенное влияние как на скорость трансформационных процессов, так и на получение конечных результатов.

В совокупности данный механизм должен включать в себя ряд подмеханизмов,

каждый из которых нацелен на решение определенной проблемы отрасли. Данный механизм можно представить в виде рис. 1.



Рис. 1

Основываясь на данном механизме, должна быть разработана матрица результативного развития. Базовыми элементами этой матрицы должны стать проекты, имеющие значительный рыночный потенциал для внедрения, а также проекты, способные обеспечить экономическую безопасность региона [5].

ВЫВОДЫ

Подводя итоги, необходимо отметить, что, несмотря на негативное влияние последствий пандемии в целом на экономику страны, для легкой промышленности этот период может стать отправной точкой роста в связи с тем значением, которое приобрела данная отрасль в кризисных условиях. Легкая промышленность столкнулась с рядом сложностей, обусловленных введением карантинных мер и ограничением передвижения через границы. Предприятия столкнулись с проблемой задержек поставок сырья, разрывом наработанных партнерских отношений, снижением объема инвестиционных вложений, а также нарушением логистических связей. Однако, несмотря на трудности, предприятия не снизили темпы роста, но, наоборот, смогли нарастить объемы производства. Значительный вклад в процесс борьбы с пандемией вносит отрасль за счет изготовления защитных масок и костюмов для медицинских целей. Одновременно наблюдается и рост объемов производства одежды. Государство, осознавая важность легкой промышленности в условиях пандемии, выделяет значительные средства на поддержку в виде льгот и преференций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Baineysva P.T., Mergenbayeva A.T., Kalmenova M.T., Taibek J., Yessirkepova A.M. Analysis of development trends of textile industry of the Republic of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 6. P.43...48.
2. Сулейменова Г.Н., Кунаров А. Инновации в легкой промышленности Казахстана // Научное обозрение. Экономические науки. – 2016, №.1. С.91...93.
3. Аташева Д.О. и др. Состояние и пути развития легкой промышленности в Казахстане // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №. 2. С. 36...41.
4. Мамедов Ф.А., Мамедова Х.Ф. Проблемы повышения эффективности использования материальных и трудовых ресурсов в легкой промышленности Азербайджана // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2020, №. 1-2.
5. Абуталипова Ю.А., Шинкевич А.И. Состояние и перспективы инновационного развития легкой промышленности // Инновационная деятельность. – 2019, №. 1. С. 5...11.

6. Ковтун М.А., Сараджеева О.В. Экономическая безопасность легкой промышленности России // Всероссийская научн. конф. молодых исследователей: Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2019). – 2019. С.184...187.

7. Марденова Л.М. Анализ современного состояния легкой промышленности Республики Казахстан // Евразийское Научное Объединение. – 2019, №. 11-4. С. 299...302.

8. Маджидов Ф.Б., Фаррухи Р. Современное состояние и развитие текстильной промышленности в Республике Таджикистан // ПАЁМИ. – 2019. Т. 17. С. 15.

9. Тулеметова А.С., Парманова Р.С., Жакешова А.П., Маширова Т.Н., Есиркепова А.М. Рынок вязаных и трикотажных изделий Республики Казахстан: состояние и перспективы развития // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №.1. С. 142...149

10. Есиркепова А.М., Иманбаев А.А., Тайбек Ж.К., Еркебалаева В.З., Исаева Г.К. Приоритетные рыночные ниши на мировом рынке для продукции легкой промышленности Республики Казахстан // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №.1. С. 112...120.

REFERENCES

1. Baineysva P.T., Mergenbayeva A.T., Kalmenova M.T., Taibek J., Yessirkepova A.M. Analysis of development trends of textile industry of the Republic of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 6. P.43...48.
2. Suleymenova G.N., Kunarov A. Innovatsii v legkoy promyshlennosti Kazakhstana // Nauchnoe obozrenie. Ekonomicheskie nauki. – 2016, №.1. S.91...93.
3. Atasheva D.O. i dr. Sostoyanie i puti razvitiya legkoy promyshlennosti v Kazakhstane // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2020, №.2. S. 36...41.
4. Mamedov F.A., Mamedova Kh.F. Problemy povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya material'nykh i trudovykh resursov v legkoy promyshlennosti Azerbaydzhana // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2020, №. 1-2.
5. Abutalipova Yu.A., Shinkevich A.I. Sostoyanie i perspektivy innovatsionnogo razvitiya legkoy promyshlennosti // Innovatsionnaya deyatel'nost'. – 2019, №. 1. S. 5...11.
6. Kovtun M.A., Saradzheva O.V. Ekonomicheskaya bezopasnost' legkoy promyshlennosti Rossii // Vserossiyskaya nauchn. konf. molodykh issledovateley: Ekonomika segodnya: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya (Vektor-2019). – 2019. S.184...187.

7. Mardenova L.M. Analiz sovremennogo sostoyaniya legkoy promyshlennosti Respubliki Kazakhstan //Evraziyskoe Nauchnoe Ob"edinenie. – 2019, № 11-4. S. 299...302.

8. Madzhidov F.B., Farrukhi R. Sovremennoe sostoyanie i razvitie tekstil'noy promyshlennosti v Respublike Tadjikistan // PAEMI. – 2019. T. 17. S. 15.

9. Tulemetova A.S., Parmanova R.S., Zhakeshova A.P., Mashirova T.N., Esirkepova A.M. Rynok vyazyaynykh i trikotazhnykh izdeliy Respubliki Kazakhstan: sostoyanie i perspektivy razvitiya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №.1. S. 142...149

10. Esirkepova A.M., Imanbaev A.A., Taybek Zh.K., Erkebalayeva V.Z., Isaeva G.K. Prioritetnye rynochnye nishi na mirovom rynke dlya produktov legkoy promyshlennosti Respubliki Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №.1. S. 112...120.

Рекомендована Ученым советом ЮКГУ им. М. Ауэзова. Поступила 04.06.21.

УДК 677.21

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_25

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН С ПОЗИЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКОНОМИКИ

PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE TEXTILE INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN FROM THE POSITION OF THE INTERNATIONAL ECONOMY

Ж.У. МЫРХАЛЫКОВ¹, А.М. ЕСИРКЕПОВА², А.А. КАМАЛОВ³, И.Ю. ХАН⁴, Ж.М. ТЫМБАЕВА⁵

ZH.U. MYRKHALYKOV¹, A.M. YESSIRKEPOVA², A.A. KAMALOV³, I.YU. KHAN⁴, ZH.M. TYMBAYEVA⁵

¹Международный университет SILKWAY, Республика Казахстан,

²Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан,

³Международный гуманитарно-технический университет, Республика Казахстан,

⁴Университет "Мирас", Республика Казахстан,

⁵Казахский национальный технический университет им К.И.Сатпаева, Республика Казахстан)

(SILKWAY International University, Republic of Kazakhstan,
Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan,
International Humanitarian and Technical University, Republic of Kazakhstan,
"Miras" University, Republic of Kazakhstan,
Satbayev University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: essirkepova@mail.ru

В статье раскрыты проблемы и перспективы текстильной отрасли Республики Казахстан с позиции международной экономики. Проведен анализ современных объемов экспорта и импорта данного рынка, на основе которых сделаны выводы об эффективности данного вида операций для рынка, а также о перспективности развития текстильной отрасли РК с позиции мирового рынка. Анализ текстильной сферы Казахстана свидетельствует о том, что сформировался рынок импортной продукции, занимающий значительную долю отечественного рынка легкой промышленности. Так, только на рынке одежды в стране наблюдается превалирование удельного веса импортной продукции над отечественной. На данный момент порядка 75% рынка одежды занимает импортируемая. Существенную роль в данном

случае играет покупательская способность населения. Вследствие снижения уровня благосостояния в результате мирового кризиса, вызванного пандемией, наблюдается снижение объемов розничной торговли. Особого внимания заслуживают старания отечественных товаропроизводителей современной одежды, целью которых является снижение ее себестоимости для того, чтобы сделать ее более конкурентоспособной на рынке. В статье сделана попытка выявить перспективные пути развития текстильной промышленности и предложить меры, способные стабилизировать текстильную сферу страны с целью дальнейшего выхода на международный рынок.

The article reveals the problems and prospects of the textile industry of the Republic of Kazakhstan from the perspective of the international economy. An analysis of the current volumes of export and import of this market is carried out, on the basis of which conclusions are drawn about the effectiveness of this type of operations for the market, as well as the prospects for the development of the textile industry of the Republic of Kazakhstan from the position of the world market. The analysis of the textile sector of Kazakhstan shows that the market of imported products has been formed, which occupies a significant share of the domestic market of light industry. So, only in the clothing market in the country there is a predominance of the share of imported products over domestic ones. At the moment, about 75% of the clothing market is imported. A significant role in this case is played by the purchasing power of the population. Due to the decline in the level of well-being as a result of the global crisis caused by the pandemic, there is a decline in retail trade. Special attention should be paid to the efforts of domestic producers of modern clothing, whose goal is to reduce its cost in order to make it more competitive in the market. The article attempts to identify promising ways of developing the textile industry and propose measures that can stabilize the textile sector of the country in order to further enter the international market.

Ключевые слова: проблемы, перспективы, экспорт, импорт, текстильная промышленность, мировой рынок текстиля.

Keywords: problems, prospects, export, import, textile industry, world textile market.

По свидетельству казахстанских производителей, при выходе на международный рынок они сталкиваются с высоким уровнем конкуренции с существующими мировыми товаропроизводителями текстиля [1]. Особые затруднения вызывают вопросы дизайна, уровень качества, а также конкурентоспособная ценовая политика. В совокупности существующие затруднения объясняются отсутствием наработанных навыков ведения бизнеса на международной арене, недостаточной квалификацией специалистов, а также высоким уровнем цен на энергоносители. Особенно затруднения вызывают такие факторы, как наличие качественной фурнитуры и комплектующих для

одежды и других швейных изделий. Недостатки в имеющейся технологии производства текстиля также вызывают определенные трудности [2]. Вследствие вышеозначенных факторов казахстанский текстильный рынок остается неконкурентоспособным в сравнении с производителями того же текстиля китайского или турецкого производства. Совокупность сложившихся негативных факторов, а также отсутствие четкой и слаженной политики в отношении развития текстильной сферы со стороны государства привели к невозможности поиска выхода из сложившейся ситуации отечественными товаропроизводителями [3].

Особого отношения заслуживает вопрос выращивания хлопчатника для нужд отечественной текстильной промышленности. К сожалению, вследствие сложившихся климатических условий на юге Казахстана, имеется возможность выращивания хлопка, но только низкого качества, не пользующегося широким спросом на мировом рынке текстиля [4]. Несмотря на значительные объемы выращенного хлопка, ежегодно казахстанские товаропроизводители вынуждены закупать для нужд своего производства хлопок более высокого качества из Узбекистана, Китая и Белоруссии [5].

Методы

Методами исследования явились системный подход, структурный анализ, а также графические и абстрактно-логические методы.

Результаты и обсуждение

Статистические данные мирового рынка свидетельствуют о том, что легкая промышленность большинства стран мира относится к ведущим перерабатывающим секторам экономики. Казахстан обладает значительными запасами сырья и энергоносителей, что способно в дальнейшем дать определенные преференции на международном рынке товаров легкой промышленности. Структура производства легкой промышленности РК в 2019 г. представлена на рис. 1, из которого следует, что в 2019 г. в производстве продукции легкой промышленности основная доля приходится на текстильное производство – 51% (52,6 млрд. тенге), далее – производство одежды с долей 38% (36,6 млрд. тенге) и производство кожаной и относящейся к ней продукции с долей 11% (10,1 млрд. тенге) [6].

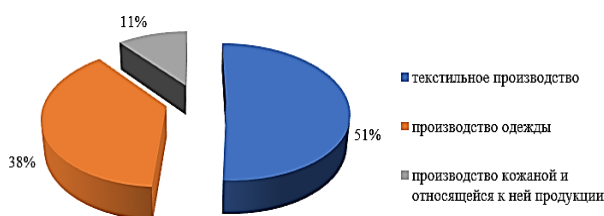


Рис. 1

Объем импортных операций на рынке одежды, считая совокупно, в 2019 г. находился на уровне 269,363 млн. долл. При

этом наблюдается сокращение объемов производства, по сравнению с 2016 г., практически на 36% от уровня базового периода. Несколько разную картину, вследствие колебания курсов иностранной валюты, наблюдаем на тенговом и долларом рынках. При снижении объемов поставок текстиля в долларом эквиваленте наблюдается одновременный рост данного показателя в тенговом отношении. Сокращающиеся объемы импорта текстиля на рынок Казахстана в долларом эквиваленте, в сравнении с тенговым, снизились на 17%, что явилось следствием роста курсовой разницы доллара к тенге. Удельный вес одежды в общем объеме импорта занял 2,3% в РК в 2019 г.

В 2019 г. в Казахстане объем производства легкой промышленности увеличился на 18,9% (88,6 млрд. тенге) в сравнении с 2018 г. Наблюдался рост производства текстильных изделий – на 23,7%, а также производства одежды на 7,5%. Объемы товарооборота легкой промышленности Республики составили 1,4 млрд. долларов США, увеличившись на 14,5% в сравнении с 2018 г. (1,1 млрд. долларов США). В то же время наблюдается снижение объемов экспорта на 23,8% (73,7 млн. долларов США) с одновременным ростом объемов импорта на 18,3% (1,4 млрд. долларов США) [7].

Правительство страны нацелено на дальнейшее увеличение их количества, а также на расширение рынков сбыта готовой продукции, прилагая для этого определенные усилия. В частности, разработана и активно внедряется Программа развития легкой промышленности, на осуществление которой выделяются ежегодно значительные средства из бюджета страны. С целью развития текстильной отрасли предпринятым компенсируются затраты по рекламе, аренде, а также сертификации. Отдельного внимания заслуживают выплачиваемые компенсации транспортных затрат в размере 50% для предприятий, продукция которых идет на экспорт [8], [9]. Применение данного компенсационного механизма на практике позволяет предприятиям снизить на 10% себестоимость продукции, увеличить объемы поставок на экспорт, а

также расширить товарную группу и географию присутствия.

Структура импорта и экспорта РК в текстильной отрасли представлена в табл. 1 (структура импорта РК по основным товар-

ным группам за 2019 г. (тыс. долларов США)) и табл. 2 (структура экспорта по основным товарным группам за 2019 г. (тыс. долларов США)).

Т а б л и ц а 1

Наименование товарной группы	Импорт			В % к итогу		
	Всего	в том числе		Всего	в том числе	
		СНГ	остальные страны мира		СНГ	остальные страны мира
Всего, в том числе:	8356658,9	16291265,7	22065393,2	100,0	100,0	100,0
Текстиль и текстильные изделия	1246177,6	410174,0	836003,6	3,2	2,5	3,8

Т а б л и ц а 2

Наименование товарной группы	Экспорт			В % к итогу		
	Всего	в том числе		Всего	в том числе	
		СНГ	остальные страны мира		СНГ	остальные страны мира
Всего, в том числе:	57722940,9	10214268,6	47508672,3	100,0	100,0	100,0
Текстиль и текстильные изделия	183942,0	79864,8	104077,2	0,3	0,8	0,2

Как видим из таблиц, импорт преобладает над экспортом, так как в отрасли имеется ряд нерешенных проблем. Имеющиеся проблемы текстильной отрасли, оказывающие негативное воздействие на выход казахстанского текстиля на международный рынок, представлены на рис. 2.

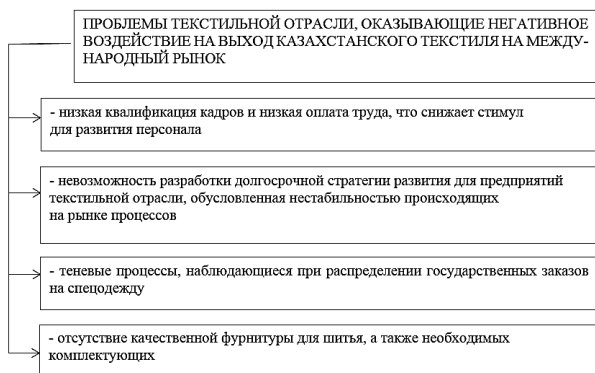


Рис. 2

Однако, несмотря на имеющиеся трудности и проблемы в отрасли, текстильная сфера Казахстана перешла на стадию обновления и стабильности развития. В последнее десятилетие активное привлечение

инвестиций в данную сферу экономики принесло значительные сдвиги в развитии как всей отрасли, так и в строительстве современных предприятий, способных на высокопрофессиональном оборудовании выпускать продукцию, отвечающую мировым стандартам качества [10]. Меры, способные стабилизировать текстильную сферу страны с целью дальнейшего выхода на международный рынок, представлены на рис. 3.

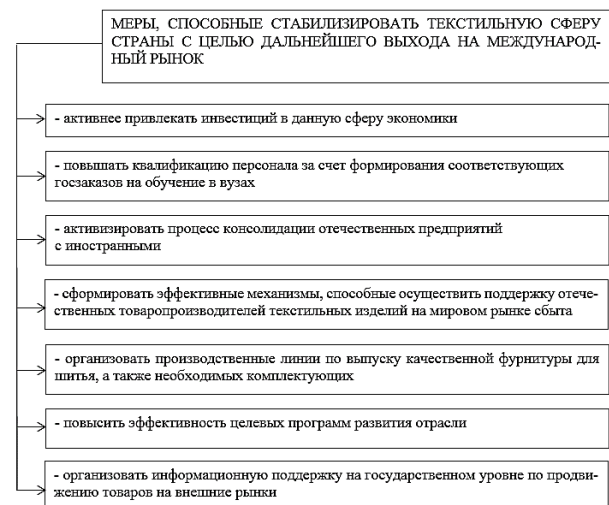


Рис. 3

ВЫВОДЫ

Нацеленность отечественных предприятий на выход на мировые рынки сбыта позволит значительно улучшить общее состояние отрасли посредством стимулирования таких секторов сельского хозяйства, как хлопководство, производство фурнитуры, а также приведет к повышению уровня квалификации сотрудников данной сферы экономики. С позиции государства появится возможность возродить депрессивные районы, а также улучшить свои позиции на рынке за счет активизации процесса импортозамещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даржокова Д.Д., Курмангалиева Д.Б. Легкая промышленность Казахстана: проблема импортозамещения // Наука и образование сегодня. – 2018, № 6 (29).
2. Durru D.K., Yessirkepova A.M., Parmanova R.S., Duisembekova G.R., Durru O. The development of institutional support system for the textile industry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №1. P. 75...83.
3. Baineieva P.T., Mergenbayeva A.T., Kalmenova M.T., Taibek J., Yessirkepova A.M. Analysis of development trends of textile industry of the Republic of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 6. P.43...48
4. Сарсенова А. Е., Исаков Г. Ж., Шалкарова Ж. Развитие хлопково-текстильного кластера в Южно-казахстанской области – реалии и перспективы //Современные тенденции развития науки и технологий. – 2016. С. 117.
5. Беляев С.А. Исследование влияния изменений торговых отношений с топ-20 экономик мира на состояние российской экономики //Вестник НГИЭИ. – 2020, № 3 (106).
6. Промышленность Казахстана и его регионов // Статистический сборник. – Астана, 2020.
7. Казахстан сократил экспорт продукции легкой промышленности. Импорт зарубежной продукции в страну, напротив, увеличился / Ахметбеков Асхат /11.12.2019, 16:44 - <https://rus.azattyq-ruhy.kz/economics/2957-kazakhstan-sokratil-eksport-produktsii-legkoi-promyshlennosti>
8. Епанчинцева С.Э., Солтыбай Ж.Д. Государственный механизм регулирования развития текстильного кластера в Казахстане //Российская наука в современном мире. – 2019. С.97...100.
9. Есиркепова А.М., Иманбаев А.А., Тайбек Ж.К., Еркебалаева В.З., Исаева Г.К. Приоритетные рыночные ниши на мировом рынке для продукции легкой

промышленности Республики Казахстан// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №1. С. 112...120.

10. Бутов А.М. Рынок продукции текстильного производства // Центр развития НИИ ВШЭ. – 2017. С. 68.

REFERENCES

1. Darzhokova D.D., Kurmangalieva D.B. Legkaya promyshlennost' Kazakhstana: problema importozameshcheniya // Nauka i obrazovanie segodnya. – 2018, № 6 (29).
2. Durru D.K., Yessirkepova A.M., Parmanova R.S., Duisembekova G.R., Durru O. The development of institutional support system for the textile industry // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №1. P. 75...83.
3. Baineieva P.T., Mergenbayeva A.T., Kalmenova M.T., Taibek J., Yessirkepova A.M. Analysis of development trends of textile industry of the Republic of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 6. P.43...48
4. Sarsenova A. E., Isakov G. Zh., Shalkarova Zh. Razvitie khlopkovotekstil'nogo klastera v Yuzhno-kazakhstanskoy oblasti – realii i perspektivy //Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologiy. – 2016. S.117.
5. Belyaev S.A. Issledovanie vliyaniya izmeneniy torgovykh otnosheniy s top-20 ekonomik mira na sostoyanie rossiyskoy ekonomiki //Vestnik NGIEI. – 2020, №. 3 (106).
6. Promyshlennost' Kazakhstana i ego regionov // Statisticheskiy sbornik. – Astana, 2020.
7. Kazakhstan sokratil eksport produktsii legkoy promyshlennosti. Import zarubezhnoy produktsii v stranu, naprotiv, uvelichilsya / Akhmetbekov Askhat /11.12.2019, 16:44 - <https://rus.azattyq-ruhy.kz/economics/2957-kazakhstan-sokratil-eksport-produktsii-legkoi-promyshlennosti>
8. Epanchintseva S.E., Soltybay Zh.D. Gosudarstvennyy mekhanizm regulirovaniya razvitiya tekstil'nogo klastera v Kazakhstane //Rossiyskaya nauka v sovremennom mire. – 2019. S.97...100.
9. Esirkepova A.M., Imanbaev A.A., Taybek Zh.K., Erkebalaeva V.Z., Isaeva G.K. Prioritetnye rynochnye nishi na mirovom rynke dlya produktsii legkoy promyshlennosti Respubliki Kazakhstan// Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №1. S. 112...120.
10. Butov A.M. Rynok produktsii tekstil'nogo proizvodstva // Tsentrazvitiya NII VShE. – 2017. S. 68.

Рекомендована Ученым советом ЮКГУ им. М. Ауэзова. Поступила 04.06.21.

МИРОВОЙ РЫНОК СПЕЦОДЕЖДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

GLOBAL CLOTHING MARKET AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT IN PANDEMIC CONDITIONS

Г.Ж. АХМЕТОВА¹, М.А. БЕРДИКУЛОВ², И.С. ПОЛЕЖАЕВА¹, Г.Н. АГАБЕКОВА³, А.М. ЕСИРКЕПОВА⁴
G.ZH. AKHMETOVA¹, M.A. BERDIKULOV², I.S. POLEZHAEVA¹, G.N. AGABEKOVA³, A.M. YESSIRKEPOVA⁴

¹Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, Республика Казахстан,

²Международный университет SILKWAY, Республика Казахстан,

³Университет "Мирас", Республика Казахстан,

⁴Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан)

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

SILKWAY International University, Republic of Kazakhstan,

"Miras" University, Republic of Kazakhstan,

Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan)

E-mail: essirkepova@mail.ru

В научном труде раскрыты специфические особенности развития мирового рынка спецодежды в условиях пандемии. Особую актуальность приобрело применение инновационных технологий в производстве спецодежды, позволившее сформировать сегмент рынка, способный в полной мере удовлетворять запросы конечных потребителей в рабочей одежде. Перспективные направления развития мирового рынка спецодежды раскрыты на основании проведенного анализа современных тенденций. В настоящее время, под воздействием пандемии, сложились определенные тенденции мирового рынка спецодежды, выявленные и систематизированные в данной статье.

The scientific work reveals the specific features of the development of the global workwear market in a pandemic. The use of innovative technologies in the production of workwear has acquired particular relevance, which has made it possible to form a market segment capable of fully satisfying the needs of end consumers in workwear. Perspective directions of development of the world market of workwear are revealed on the basis of the analysis of modern trends. Currently, under the influence of the pandemic, certain trends in the global workwear market have developed, identified and systematized in this article.

Ключевые слова: спецодежда, производство, мировой опыт, перспективы роста, направления развития, пандемия.

Keywords: overalls, production, world experience, growth prospects, development directions, pandemic.

Спецодежда является обязательным элементом многих производственных процессов. Помимо защитной на нее возлагается и такая функция, как опознавательная, способная предоставить определенные пре-

имущества на рынке, выполнять роль формирования корпоративного стиля компании. Каждая отрасль предъявляет свои требования к спецодежде, ее качеству, защитным свойствам, техническим и органолеп-

тическим свойствам, которые особенно актуальны в условиях пандемии. В настоящее время инновационные технологии широко используются как в производстве тканей для спецодежды, так и в методах ее обработки, пошива и комбинации.

Применение инновационных технологий позволяет создавать спецодежду, уникальную по своим защитным свойствам, а также сочетать такие, на первый взгляд, несовместимые вещи, как эстетику, уникальность, безопасность и прочность [1].

Требования к спецодежде сформулированы в Техническом регламенте Таможенного союза (ТР ТС) 019/2011, являющимся основным нормативным актом, устанавливающим обязательные нормативы при производстве спецодежды [2]. Помимо данного регламента существует достаточно большое количество ГОСТ, формирующих требования к производителям спецодежды. При этом основную роль играют области профессиональной деятельности, для которых производится тот или иной вид спецодежды.

Согласно мировому классификатору производителей спецодежды [3] можно разделить на две категории:

- производители спецодежды общего назначения;
- производители спецодежды со специальными характеристиками, способными выстоять в условиях работы в агрессивных средах.

Наибольшую долю в объеме производства занимает первая группа производителей, охватывающая все неспецифичные сферы экономики. По прогнозам специалистов мировой рынок спецодежды вырастет с 39,4 млрд. дол. в 2016 г. до 57,2 млрд. дол. в 2022 г. При этом совокупный среднегодовой темп роста за указанный период составит 6,4%.

Наращиванию темпов производства способствуют такие тенденции, как увеличение объема инвестиций в производство спецодежды, разработка и внедрение программ, нацеленных на развитие данной сферы экономики, а также повышенный спрос на этот вид одежды [4]. Причем аналогичные тенденции роста наблюдаются

как на общемировом, так и на региональном уровне. К ключевым игрокам мировой индустрии спецодежды в данное время относятся такие мировые производители, как Alpha Pro Tech Ltd., Du Pont, 3M, Ansell, Adians, Delta Plus, Rock Fall Limited, Uvex Safety Group [5]. С позиции производимого ассортимента, видов используемого сырья, а также применяемых технологий, рынок спецодежды постоянно растет. И продолжит данную динамику роста в среднесрочной перспективе.

Одним из основных параметров роста отрасли производства спецодежды а также повышения ее конкурентоспособности является уровень развития инновационной деятельности, а также масштабы внедрения инновационных разработок [6]. В настоящее время рынок нацелен на выпуск продукции высокого качества. При этом должны соблюдаться такие факторы, как экологичность, низкие потребительские издержки на эксплуатацию, невысокая конечная цена, а также удовлетворение потребностей потребителей в специфичных запросах по эксплуатационным характеристикам. Результатом инновационной деятельности отрасли производства спецодежды должны стать принципиально новые виды материалов, способные на высококачественном уровне сформировать новую нишу на рынке легкой промышленности [7]. В отличие от западных стран, в которых инновационная деятельность закладывается на всех этапах производства, отечественные товаропроизводители только начинают осваивать нишу инновационного потенциала отрасли производства спецодежды.

Распространение коронавирусной инфекции во всем мире негативно отразилось на объемах производства во всех отраслях экономики [8]. Не избежал этого и сектор производства традиционной спецодежды, спрос в котором напрямую связан с уровнем развития промышленности. Однако сектор спецодежды состоит не только из предприятий, обеспечивающих необходимым товарным ассортиментом производство, но и включает в себя рынок индивидуальной защиты для медицинских целей. Именно в данном направлении наблюда-

ется максимальный рост объемов производства, обусловленный возросшим спросом на средства индивидуальной защиты, медицинские костюмы. Если смотреть по общим показателям, то за 2020 г., пиковый для пандемии, наблюдается увеличение данного сектора экономики на 25% от уровня предыдущего года. В перспективе, после снятия вирусных ограничений, специалисты прогнозируют постепенный спад на рынке спецодежды. Однако снижение планируется не столь значительным и, согласно прогнозным данным по возрождению промышленности в посткризисный период, активизируется сектор пошива спецодежды для нужд промышленного сектора. Сектор спецодежды медицинского назначения несколько потеряет в общем объеме, хотя превысит показатель докризисного периода на 5...10%. Для отечественных производителей период снятия ограничений может стать временем переориентации своих потоков с внутреннего рынка на внешний, что должно положительно отразиться на состоянии всей отрасли производства спецодежды. Наиболее перспективными в данном направлении считаются азиатские и европейские рынки, согласно данным динамики роста экономики этих рынков в общемировом масштабе.

Также положительное влияние на мировой рынок спецодежды должно оказать и то, что многие страны приняли на законодательном уровне соответствующие нормативы, регламентирующие замену данного вида одежды не реже, чем раз в год [9]. Повышенные требования в постковидный период будут предъявляться к медицинскому оснащению работников данной сферы, что обусловлено затяжным характером, а также волнообразной динамикой развития вирусной инфекции во всем мире. На волне ковидной пандемии в РК появилось значительное количество мелких предприятий, обеспечивающих в настоящее время потребности медицины в средствах индивидуальной защиты. Ориентация производственных мощностей позволит выпускать спецодежду необходимого качества исходя из накопленного опыта, что значительно

проще сделать небольшим производителям, чем крупным гигантам фарминдустрии. В связи с этим представляется возможным разработать и внедрить механизм поддержки и защиты отечественных производителей спецодежды на уровне государства. Данные шаги позволят закрепить свои позиции как на внутреннем рынке, так и выйти на мировые, заняв нишу на развивающемся рынке спецодежды [10].

Прогнозные показатели исследовательского агентства Research And Markets являются основой, которая способна определить верхние границы роста показателей сбыта [11]. Так, в 2019 г. объем мирового рынка спецодежды находился на уровне 52,54 млрд. дол., тогда как к 2027 г., согласно темпам роста, он должен вырасти до 74 млрд. дол., что составляет в среднем рост на 7% ежегодно. При этом наибольшие темпы роста покажет европейский рынок, отличающийся повышенными требованиями к уровню безопасности труда, закрепленными нормативными актами на государственном уровне.

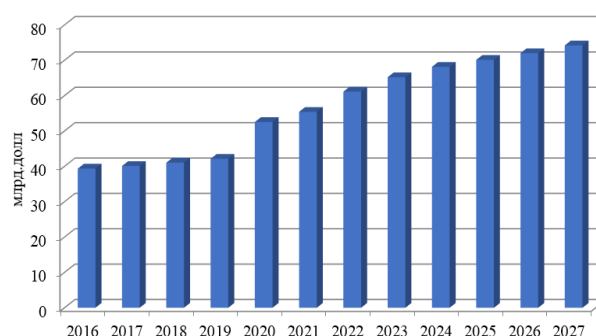


Рис. 1

По мнению аналитиков, росту рынка спецодежды будет способствовать увеличение показателей производственного травматизма, обусловленного автоматизацией производственных линий. Антисанитарные условия на производстве, работа с химическими реактивами, а также повышение требований к безопасности в работе в совокупности приведут к росту потребностей в спецодежде с заранее заданными характеристиками. Динамика мирового рынка спецодежды в до- и постпандемийный пери-

од за период с 2016 по 2027 гг. (прогнозные данные с 2021 г.) представлена на рис. 1.

На мировом рынке спецодежды в настоящее время наблюдаются разноплановые тенденции, обусловленные влиянием различных внешних факторов. С одной стороны, наблюдается неуклонный рост спроса на инновационные виды тканей для производства спецодежды, что обусловлено возрастающими требованиями к качеству защиты работников во время выполнения ими своих трудовых обязанностей. С другой стороны, в ситуации нестабильности мировых экономических процессов наблюдается снижение потребности в рабочих кадрах, что оказывает непосредственное влияние на уровень инвестирования в разработку инновационных видов тканей для производства спецодежды. Мировой рынок в разрезе его основных игроков представлен на рис. 2.



Рис. 2

Первенство по объему поставок на мировой рынок занимают Северная Америка (42%), европейские страны (22%) и страны Азиатско-Тихоокеанского региона (18%) [11].

По данным исследователей, в настоящий момент мировой оборот рынка спецодежды находится на уровне 2 млрд. дол. США. При этом прогнозный рост рынка находится на уровне 20%, что является хорошим показателем для подобного сегмента экономики.

Рынок спецодежды имеет ряд конкурентных преимуществ, способных предоставить стартовые возможности для производителей и поставщиков. Главным из них является возможность модифицировать спецодежду согласно запросам потреби-

лей, дополняя ее корпоративным стилем, дополнительными элементами, нанесением логотипа, комплектуя сопутствующими товарами, а также предоставить услуги стирки, глажки и ремонта. Дополнительные услуги в данном случае выступают в качестве конкурентного преимущества. Также имеется возможность постоянно обновлять ассортиментную линейку, модифицируя ее, согласно потребностям конечных потребителей. Также у производителей, вследствие проведения постоянных исследований и разработок, имеется реальная возможность проводить гибкую ценовую политику. Наличие широкой филиальной сети сбыта позволяет локально учитывать потребности рынка, остро реагируя на запросы пользователей. Все это в совокупности позволяет прогнозировать значительные объемы роста рынка в перспективе.

ТЕНДЕНЦИИ МИРОВОГО РЫНКА СПЕЦОДЕЖДЫ
- стремление основных игроков рынка монополизировать его посредством увеличения сектора корпоративных продаж
- объединение региональных компаний с целью минимизации издержек производства с одновременным наращиванием маржинальной разницы от продаж
- появление на рынке значительного количества мелких производителей, что свидетельствует об инвестиционной привлекательности его, а также о возможностях расширения рынков сбыта
- нарастающая динамика по спросу спецодежды с повышением потребительскими требованиями к качеству и функциональным свойствам ткани
- практически ежедневное появление на рынке все новых видов инновационных материалов с заданными характеристиками, что также благотворительно влияет на рынок спецодежды
- вследствие мирового кризиса акцент потребительского спроса все больше смещается в сторону недорогих видов спецодежды
- крупным компаниям все сложнее конкурировать по цене с мелкими, что обусловлено высокими издержками по хранению и реализации товара
- крупные производители спецодежды лоббируют свои интересы на государственном уровне

Рис. 3

Согласно данным специальных источников количество организаций во всем мире, занятых в производстве спецодежды, имеет устойчивую тенденцию к их сокращению при одновременном росте объемов производства и продаж. Пропорционально росту объема продаж наблюдается наращивание финансовых показателей отрасли. Данный факт свидетельствует о консолидации и оптимизации процессов, происходя-

щих на рынке спецодежды. Подобная динамика говорит о возрастании роли крупных игроков при одновременной монополизации рынка с одновременным отсеиванием мелких.

На данный момент сложились определенные тенденции рынка спецодежды, характерные особенности которых представлены на рис. 3.

ВЫВОДЫ

Таким образом, указанные выше тенденции формируют будущую ситуацию на мировом рынке спецодежды. Крупные производители, инвестировавшие на данный момент значительные средства в производство спецодежды, имеют желание вернуть свои средства с маржой. Однако изменяющиеся условия на рынке позволяют мелким предприятиям получить свою долю рынка, тем самым увеличивая конкуренцию на рынке, что заставляет крупных товаропроизводителей изыскивать пути для снижения издержек, оптимизации прибыли и необходимости разработки субсидирующих программ, нацеленных на поддержку и развитие данной отрасли экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мынбаев М.Т. и др.* Проектирование спецодежды с учетом принципов дизайн-концепции // *Membership in the WTO: Prospects of Scientific Researches and International Technology Market.* – 2017. P. 251...255.
2. *Ляховец О.С., Нессирю Т.Б.* Анализ опыта европейских производителей специальной одежды, связанного с внедрением требований ТР ТС 019/2011 "О безопасности средств индивидуальной защиты" // *Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна.* – 2019, № 4. С. 260...267.
3. *Бондарчук М.М.* Подходы к классификации технического текстиля // *Проблемы современной науки и образования.* – 2015, № 11 (41).
4. *Сницар В.Н., Костылева В.В.* О рынке специзделий и средств индивидуальной защиты // *Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии.* – 2018. С. 60...63.
5. *Сайфутдинова И.Ф., Курносова Д.Р., Хамматова В.В.* Основные игроки на рынке производства текстильных материалов для спецодежды // *Вестник Казанского технологического университета.* – 2017. Т. 20, № 1.

6. *Астанаева М.В.* Современное состояние и проблемы функционирования предприятий по производству одежды в России // *Евразийский Союз Ученых.* – 2015, №11-4 (20).

7. *Корнилова Н.Л., Чистобородов Г.И., Федосов С.В.* Будущее отрасли – технический текстиль, функциональные материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2014, №4. С.24...28.

8. *Баринев А.Я., Лукьянова Н.Ю.* Конкурентная среда, деловая активность и потребительские настроения: региональный аспект // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Гуманитарные и общественные науки.* – 2016, № 3.

9. *Baineyeva P.T., Mergenbayeva A.T., Kalmenova M.T., Taibek J., Yessirkepova A.M.* Analysis of development trends of textile industry of the Republic of Kazakhstan // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2017, № 6. P.43...48.

10. *Козлова О.А.* О необходимости перехода от политики импортозамещения к симулированию экспорта в российской экономике // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2020, №1. С.88...93.

11. *Юань Ч.* Современные аспекты управления производством искусственных волокон в мире // *Проблемы экономики и юридической практики.* – 2016, № 4.

12. *Айзенштейн Э.М.* Химические волокна в 2017 году на мировом рынке // *Композитный мир.* – 2018, №. 4. С. 34...42.

REFERENCES

1. *Mynbaev M.T. i dr.* Proektirovanie spetsodezhdy s uchetom printsipov dizayn-kontseptsii // *Membership in the WTO: Prospects of Scientific Researches and International Technology Market.* – 2017. P. 251...255.
2. *Lyakhovets O.S., Nessimiro T.B.* Analiz opyta evropeyskikh proizvoditeley spetsial'noy odezhdy, svyazannogo s vnedreniem trebovaniy TR TS 019/2011 "O bezopasnosti sredstv individual'noy zashchity" // *Vestnik molodykh uchenykh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna.* – 2019, № 4. S. 260...267.
3. *Bondarchuk M.M.* Podkhody k klassifikatsii tekhnicheskogo tekstilya // *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya.* – 2015, № 11 (41).
4. *Snitsar V.N., Kostyleva V.V.* O rynke spetsizdeliy i sredstv individual'noy zashchity // *Tekhnologii, dizayn, nauka, obrazovanie v kontekste inkluzii.* – 2018. S. 60...63.
5. *Sayfutdinova I.F., Kurnosova D.R., Khammatova V.V.* Osnovnye igroki na rynke proizvodstva tekstil'nykh materialov dlya spetsodezhdy // *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta.* – 2017. T.20, № 1.

6. Astanaeva M.V. Sovremennoe sostoyanie i problemy funktsionirovaniya predpriyatiy po proizvodstvu odezhdy v Rossii //Evraziyskiy Soyuz Uchenykh. – 2015, №11-4 (20).

7. Kornilova N.L., Chistoborodov G.I., Fedosov S.V. Budushchee otrasli – tekhnicheskii tekstil', funktsional'nye materialy s uluchshennymi ekspluata-tsionnymi svoystvami // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2014, №4. S.24...28.

8. Barinov A.Ya., Luk'yanova N.Yu. Konkurentnaya sreda, delovaya aktivnost' i potrebitel'skie nastroyeniya: regional'nyy aspekt //Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Gumanitarnye i obshchestvennye nauki. – 2016, № 3.

9. Baibeyeva P.T., Mergenbayeva A.T., Kalmenova M.T., Taibek J., Yessirkepova A.M. Analysis of development trends of textile industry of the Republic of Kazakhstan // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii,

Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 6. P.43...48.

10. Kozlova O.A. O neobkhodimosti perekhoda ot politiki importozameshcheniya k simulirovaniyu eksporta v rossiyskoy ekonomike // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №1. S.88...93.

11. Yuan' Ch. Sovremennye aspekty upravleniya proizvodstvom iskusstvennykh volokon v mire // Problemy ekonomiki i yuridicheskoy praktiki. – 2016, № 4.

12. Ayzenshteyn E.M. Khimicheskie volokna v 2017 godu na mirovom rynke // Kompozitnyy mir. – 2018, №. 4. S. 34...42.

Рекомендована Ученым советом ЮКГУ им. М. Ауэзова. Поступила 04.06.21.

УДК 332.145

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_35

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

RISK MANAGEMENT IN THE TEXTILE INDUSTRY

Е.Г. ЕРЛЫГИНА, К.В. ОРДОВ

E.G. ERLYGINA, K.V. ORDOV

(Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Департамент корпоративных финансов и корпоративного управления
Финансового университета при Правительстве Российской Федерации)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs,
Department of Corporate Finance and Corporate Governance of the Financial University
under the Government of the Russian Federation)

E-mail: erlygina@mail.ru, kvordov@fa.ru

В настоящее время проблема управления рисками на предприятиях текстильной промышленности, в условиях высокой конкуренции, приобретает особую актуальность. В статье представлены наиболее важные риски текстильной отрасли с точки зрения количественных характеристик. Рассмотрены стратегии реагирования на риски. Представлен процесс управления рисками. Рассмотрены основные направления реализации риск-менеджмента на предприятиях текстильной промышленности.

Currently, the problem of risk management in the textile industry, in a highly competitive environment, is becoming particularly relevant. The article presents the most important risks of the textile industry in terms of quantitative characteristics.

Various risk response strategies are considered. The risk management process is presented. The main directions of risk management implementation at textile industry enterprises are considered.

Ключевые слова: текстильная промышленность, управление рисками, риск-менеджмент.

Keywords: textile industry, risk management, risk management.

Проблема управления рисками на предприятиях текстильной промышленности, в условиях высокой конкуренции, приобретает особую актуальность [5]. Функционирование предприятий текстильной промышленности связано с различными видами рисков, обусловленных инвестиционной, промышленной, производственной и другими видами деятельности.

На рис. 1 (классификация рисков предприятия текстильной и легкой промышленности) представлены группы основных внешних и внутренних рисков, присущих предприятиям текстильной и легкой промышленности.

Риски, присущие каждому отдельному предприятию текстильной промышленности, отражаются в реестре рисков. В резуль-

тате анализа рисков предприятий текстильной промышленности было выявлено, что наиболее важными рисками текстильной отрасли с точки зрения количественных характеристик являются риски, представленные в табл. 1 [3].



Рис. 1

Т а б л и ц а 1

Внутренние	Внешние
Риск увеличения издержек производства	Риск отсутствия на рынке труда в нужном количестве квалифицированного персонала
Риск поломки основного оборудования	Риск колебания цен на сырье
Риск неадекватной формулировки собственных стратегических целей предприятия	Риск отказа покупателей от обязательства по покупке товара
Риск оттока квалифицированной рабочей силы	Риск невостребованности продукции
Риск потери имущества в результате пожара	Риск негативной динамики рыночных факторов
Риск нехватки оборотных средств	Риск низкого экспортного спроса
Риск нехватки оборудования	Риск конкурирующего импорта



Рис. 2

Риски могут оказывать на деятельность предприятия как положительное (возможности), так и отрицательное (угрозы) влияние. В зависимости от ситуации предприятия могут применить одну из стратегий. Существуют различные стратегии реагирования на риски [4] (рис. 2).

Предприятия ежедневно сталкиваются с воздействиями рисков. Посредством идентификации и анализа рисков с последующей его оценкой предприятия управляют рисками. Управление рисками на предпри-

ятиях представляет собой процесс последовательного выполнения четырех этапов (рис. 3).



Рис. 3

Риск-менеджмент, осуществляемый на предприятиях, направлен на минимизацию возможных потерь [1]. В условиях производства управление рисками на предприятиях основывается на концепции приемлемого риска, снижая уровень риска до приемлемого значения [2]. На рис. 4 представлены цели и задачи риск-менеджмента.

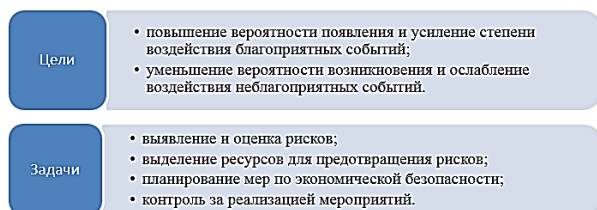


Рис. 4

Использование риск-менеджмента на предприятиях текстильной промышленности позволит повысить эффективность деятельности организации, усилить конкурентные позиции, используя возможности и снижая возникновение угроз.



Рис. 5

Формирование и внедрение системы управления рисками на предприятиях текстильной промышленности позволит реализовать направления, представленные на рис. 5 (направления реализации риск-менеджмента на предприятиях текстильной промышленности).

ВЫВОДЫ

Риск-менеджмент является частью системы управления предприятием, способствует достижению эффективности деятельности организации, позволяет уменьшить возможность принятия неверного решения, снизить опасность негативных последствий неблагоприятного развития событий. Таким образом, активное использование риск-менеджмента позволит повысить эффективность управления предприятием текстильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубачев Д.Н.* Особенности управления рисками на предприятии // Молодой ученый. – 2018, №14. С. 181...184.
2. *Касаткин Б.П., Ясеновская Ю.А.* Инструменты риск-менеджмента в системе управления предприятиями текстильной промышленности // Экономика и управление. – 2011, № 5 (67).
3. *Масюк Н.Н., Чебыкина Е.В.* Анализ и классификация рисков текстильного предприятия с целью построения его рискового профиля // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №1С.
4. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®). – Пятое издание. 2013.
5. *Aloyan R.M., Tatiyevsky P.B., Fedoseev V.N., Zaytseva I.A.* Risk assessment of investment projects on development of the technopark in Ivanovo Region // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, №1. P. 5...9.

REFERENCES

1. Zubachev D.N. Osobennosti upravleniya riskami na predpriyatii // Molodoy uchenyy. – 2018, №14. S.181...184.
2. Kasatkin B.P., Yasenovskaya Yu.A. Instrumenty risk-menedzhmenta v sisteme upravleniya predpriyatiyami tekstil'noy promyshlennosti // Ekonomika i upravlenie. – 2011, № 5 (67).

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

4. Rukovodstvo k Svodu znaniy po upravleniyu proektami (Rukovodstvo RMVOK®). – Pyatoe izdanie. 2013.

5. Aloyan R.M., Tatiyevsky R.V., Fedoseev V.N., Zaytseva I.A. Risk assessment of investment projects on

development of the technopark in Ivanovo Region // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, №1. P. 5...9.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 23.09.20.

УДК 338.31

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_38

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**MAIN DIRECTIONS
OF INCREASING LABOR PRODUCTIVITY
IN THE TEXTILE INDUSTRY**

С.В. ШТЕБНЕР, К.А. ЧУБРИНА

S.V. SHTEBNER, K.A. CHUBRINA

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

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs)

E-mail: shtebner@mail.ru; ksusha_96@mail.ru.

В статье исследуются основные факторы производительности труда предприятий, их классификация. Анализируется влияние факторов на повышение производительности труда предприятий текстильной промышленности.

The article examines the main factors of labor productivity of enterprises, their classification. The influence of factors on the increase in labor productivity of enterprises in the textile industry is analyzed.

Ключевые слова: предприятия текстильного и швейного производства, производительность труда, трудоемкость, резервы повышения производительности труда.

Keywords: enterprises of textile and clothing production, labor productivity, labor intensity, reserves for increasing labor productivity.

В современных рыночных условиях важное значение в деятельности любой организации имеет грамотное управление производительностью труда работников. Производительность труда характеризует эффективность использования трудовых ресурсов, определяется интенсивностью производства. В зависимости от объема изучаемой совокупности различают индивидуальную (личную), локальную (по предприятию или отрасли) и общественную (в масштабе населения) производительность. Таким образом, можно оценить затраты труда на производство единицы продукции за определенный промежуток времени в расчете на одного работника, в среднем по предприятию или отрасли, а также соотношение валового продукта или национального дохода к количеству населения, занятого производством.

Согласно проекту Стратегии развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года основной целью является "...сохранение и поддержка занятости в отрасли путем создания рабочих мест с высокой производительностью труда ..." [1]. Реализация стратегии в рамках текстильной промышленности предусматривает создание в России производств различных синтетических волокон, ориентируясь на экспорт. Предполагается, что результат от реализации направления составит 0,19% ВВП, в том числе 0,12% от развития сегмента технического текстиля.

На рис. 1 представлен индекс изменения производительности труда по экономике в целом [2].



Рис. 1

Анализ производительности труда осуществляется как в абсолютных, так и в относительных показателях. Используемые

методы исследования позволяют выявлять степень влияния факторов: метод сравнения, группировок, балансовый метод, метод цепных подстановок, метод абсолютных разностей, SWOT-анализ, экономико-математические методы и т.д. Для количественной оценки производительности труда рабочих применяются системы однофакторных и многофакторных экономико-математических статических моделей.

Схема процесса управления производительностью труда основных рабочих текстильного предприятия включает этапы, представленные на рис. 2.

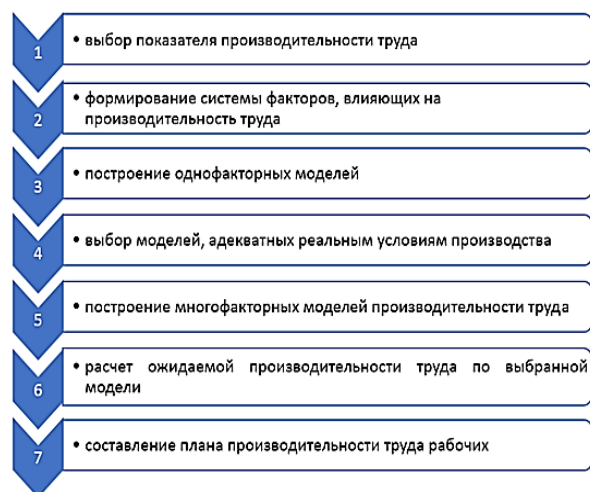


Рис. 2

Текстильная промышленность относится к отраслям, которые при относительно высокой загрузке сотрудников, показывают низкую производительность труда. Рост промышленного производства в легкой промышленности связан с частичным замещением импортной продукции [3]. При этом ситуация внутри отрасли неоднородна, поскольку инвестиционная активность сосредотачивается не на всех направлениях производства продукции, только на тех, которые нашли пространство для роста на внутреннем и на внешнем рынках.

Как видно из рис. 3, индекс промышленного производства в текстильной промышленности меняется неоднозначно по видам продукции: лен и хлопок выросли, трикотажные полотна увеличились почти на четверть, как и нити; шерстяные ткани снижа-

ются, правда, меньше прогнозов экспертов; нетканые материалы не изменились [4].

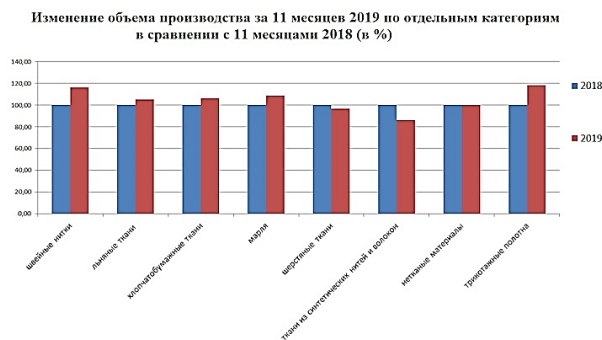


Рис. 3

Основными причинами, которые препятствуют росту производительности труда на предприятиях текстильной промышленности, являются: недостаток собственных средств для инвестиций, старение фондов, низкий уровень квалификации работников и отсутствие доступа к новым технологиям.

Повышение уровня производительности труда требует перехода к новой модели развития. При этом резервами роста производительности труда являются:

- материально-технические – формируются в том случае, если на производстве не применяется высокотехнологичное оборудование, качественное сырье;

- резервы совершенствования организации эффективного управления производством возникают при отсутствии контроля над производственным процессом, а также вертикальной системы управления;

- резервы социального назначения образуются при недооценке личных качеств сотрудников фирмы, к этой же группе относятся отсутствие мотивации работников, трудовой дисциплины.

В зависимости от возможности применения:

- резерв использования запасов предполагает задействование в производственном процессе машин, сырья, материалов, которые имеются в наличии на складе, но по какой-то причине не применяемые ранее;

- резерв сокращения потерь направлен на уменьшение выпуска бракованной продукции, рациональном использовании времени.

По территориальному расположению фирмы:

- общегосударственные – рекомендуется использовать природные ресурсы и наладить взаимодействие с народом;

- региональные резервы подразумевают применение региональных возможностей.

По отраслевому признаку:

- межотраслевые резервы образуются за счет слияния, реорганизации либо разъединения цехов;

- внутрипроизводственные призваны сократить затраты труда и оптимизировать издержки времени на производство продукции.

Грамотное использование выявленных резервов позволяет определить направления роста производительности труда предприятий текстильной промышленности. Одним из ключевых направлений является модернизация производства в рост (ввод новых мощностей).

Оптимизация персонала выступает одним из основных направлений по снижению затрат на производство с целью повышения отдачи от бизнес-процессов.

Рост инвестиций в человеческий капитал посредством повышения квалификации персонала позволяет повышать качество персонала вместо оптимизации численности занятых.

Предприятия используют снижение косвенных издержек для повышения производительности труда и использование роста заработных плат в качестве стимулирующего механизма для улучшения результативности труда, а также совершенствование бизнес-процессов для повышения эффективности организации труда.

Наибольшим потенциалом для развития в России обладают сегменты технического текстиля, на которые к 2025 году будет приходиться около 60% потребления. Повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции за счет модернизации оборудования и обучения персонала может позволить снизить эффективную себестоимость труда в России на 20%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект "Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года" Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. – М., 2015.

2. Сайт Справочные таблицы <https://infotables.ru/statistika>

3. Ерлыгина Е.Г., Филимонова В.Д., Лебедев И.А. Анализ направлений развития легкой промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 5. С. 47...50.

4. Сайт Текстильные новости <https://news-textile.ru/itogi-2019-goda/>

5. Саган О.Н., Ермаков Г.П. Совершенствование управления производительностью труда рабочих на предприятиях текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №4.

6. Сайт Федеральной службы государственной статистики // <https://www.fedstat.ru>

Ministerstvo promyshlennosti i torgovli Rossiyskoy Federatsii. – М., 2015.

2. Sayt Spravochnye tablitsy <https://infotables.ru/statistika>

3. Erlygina E.G., Filimonova V.D., Lebedev I.A. Analiz napravleniy razvitiya legkoy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 5. S. 47...50.

4. Sayt Tekstil'nye novosti <https://news-textile.ru/itogi-2019-goda/>

5. Sagan O.N., Ermakov G.P. Sovershenstvovanie upravleniya proizvoditel'nost'yu truda rabochikh na predpriyatiyakh tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, №4.

6. Sayt Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki // <https://www.fedstat.ru>

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 23.09.20.

REFERENCES

1. Proekt "Strategiya razvitiya legkoy promyshlennosti v Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda"

УДК 338.012

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_41

СТРАТЕГИЯ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ АССОРТИМЕНТА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ЛЬНЯНОЙ ПРОДУКЦИИ

STRATEGY FOR RESTRUCTURING AND DEVELOPING THE RANGE OF COMPETITIVE LINEN PRODUCTS

Н.В. РОДИОНОВА, И.И. САВЕЛЬЕВ, В.И. МИНЕЕВ

N.V. RODIONOVA, I.I. SAVELYEV, V.I. MINEEV

(Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Волжский государственный университет водного транспорта)

(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs,
Volga State University of Water Transport)

E-mail: rodionova777@yandex.ru; sii-33@mail.ru; mineev.vi@vsuwt.ru

Льняная промышленность может дополнить структуру основной артерии экономики современной России и занять достойное место на международном рынке, если в комплексе с реструктуризацией производства провести реструктуризацию и развитие ассортимента продукции со льном и существенно улучшить ее качество. Однако данная стратегия может быть

принята к руководству только состоятельными текстильными предприятиями, а треть их являются убыточными. Необходима государственная программа санации отрасли, нацеленная на повышение ее инновационной активности и выведение продукции на рентабельные сегменты рынка. Ее практическая реализация возможна в рамках льняных кластеров и государственных партнерств текстильных предприятий с вузами.

The flax industry can complement the structure of the main artery of the economy of modern Russia and take a worthy place in the international market if, in conjunction with the restructuring of production, it restructures and develops the range of products with flax and significantly improves its quality. However, this strategy can only be adopted by wealthy textile companies, and a third of them are unprofitable. We need a state program of rehabilitation of the industry, aimed at increasing its innovation activity and bringing products to profitable market segments. Its practical implementation is possible within the framework of flax clusters and public-private partnerships of textile enterprises with universities.

Ключевые слова: стратегия, реструктуризация, развитие ассортимента, льняная продукция, конкурентоспособность.

Keywords: strategy, restructuring, product range development, linen products, competitiveness.

Актуальность стратегии. В свете государственной политики импортозамещения ставится задача снизить стратегическую и финансовую зависимости России от импорта сырья и развить эффективный реальный сектор отечественной экономики. Нам представляется, что одним из источников роста российской экономики могла бы стать текстильная промышленность. Для этого есть все предпосылки, в первую очередь, емкий китайский рынок, готовый импортировать из России льняную и льносодержащую продукцию, и возможность отечественной базы ресурсного обеспечения. Создана богатая достижениями вековая практика развития этой отрасли, которой удавалось долгие годы удерживать лавры индустриального лидера на международном рынке.

Но сейчас текстильная отрасль не является приоритетной в структуре рыночной экономики России и испытывает серьезные финансовые и технологические трудности, ее продукция вносит существенный вклад в мировую экономику. Россия занимает 6-е место в мире по производству хлопчатобумажных тканей и 11-е – по производству шерстяных. В 2017 г. сальдированная при-

быль от деятельности текстильных и швейных производств выросла до 18 млрд. руб. [4]. Однако российские текстильные предприятия не смогли вывести выпущенную продукцию на международный рынок. В 2017 г. объем экспорта текстиля и текстильных изделий составил 912 млн. дол. (включая обувь), или 0,3% от общего объема российского экспорта, в то время как объем импорта в Россию по этой позиции достигал 10979 млн. дол. [4].

Представляется целесообразным развитие индустрии льняных и льносодержащих товаров методом кластеризации межотраслевых технологических цепочек, а также с помощью развития сети внекластерных партнерских отношений с предприятиями, использующими льняные отходы и низкосортное сырье для изготовления льносодержащих продуктов [3, с. 27...31]. Образование льняного кластера потребует реструктуризации производства в комплексе с реструктуризацией и развитием ассортимента конкурентоспособной льняной продукции. По мнению экспертов, предприятиями России может быть освоен широкий ассортимент чистольняных и льносмесовых тканей на базе использования модифицированного

льняного волокна, изготавливаемого из отходов трепания [1, с. 252...253].

Выходу российских предприятий на международные сегменты рынка могут помочь успешно развивающиеся бренды полезности натуральной продукции, а также тематические ассортиментные концепции текстильной промышленности. Например, в Германии и Скандинавии растет спрос на современную одежду с национальными традициями [1, с. 255]. Россия тоже могла бы освоить эту рыночную нишу, предлагая льняную одежду в стиле народных мотивов.

SWOT-анализ текстильных и швейных производств России. В конце 2016 г. в отрасли было зарегистрировано около 24 тыс. предприятий и организаций (0,5% от всех предприятий и организаций России), из которых действуют 15,8 тыс. 93,7% – частные предприятия. Годовой объем текстильных производств растет и в 2017 г. составил

126,8 млрд. руб. [2], [4]. В стоимостной структуре товаров, отгруженных в 2017 г., преобладало ткацкое производство – 25,4%, производство нетканых текстильных материалов и изделий из них – 22,5%, готовых текстильных изделий, кроме одежды – 16,7%. Ассортиментная структура производимой текстильной продукции соответствует низкорентабельным сегментам внутреннего рынка.

На протяжении 25 лет текстильные и швейные производства практически не развивались, а функционировали на грани выживания за счет внутривыпускных резервов. Хотя в текущем периоде и наметилась слабая положительная тенденция, но положение остается сложным (табл. 1 – показатели несостоятельности текстильных и швейных производств России в 2015-2016 гг. [2, с. 58, 61, 121, 122, 138, 144...146, 182, 260]; [4, с. 514...515, 521...526]). Более 25% всех производств – убыточные.

Т а б л и ц а 1

№	Название показателя	Величина
1	Индекс предпринимательской уверенности (декабрь 2015 г.)	- 11
2	Удельный вес убыточных производств в общем числе предприятий этой отрасли, % (2016 г.)	25,2
3	Коэффициент текущей ликвидности (2015 г.)	1,62
4	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами (2015 г.)	- 12,8
5	Совокупная сумма убытка, млрд. руб. (2016 г.)	5,3
6	Суммарная просроченная кредиторская задолженность по обязательствам, млрд. руб. (2016 г.), в том числе:	5,7
	- поставщикам	2,7
	- по платежам в бюджет	0,7
	- по платежам во внебюджетные фонды	0,8
7	Суммарная просроченная дебиторская задолженность, млрд. руб. (2016 г.)	1,5
8	Затраты на 1 руб. продукции, коп. (2015 г.)	89,1
9	Рентабельность продукции, % (2016 г.)	9,1
10	Рентабельность активов, % (2016 г.)	7,7
11	Уровень использования среднегодовой производственной мощности по выпуску, % (2015 г.):	
	- тканей хлопчатобумажных суровых	62
	- тканей льняных готовых	27
	- тканей шерстяных готовых	24
12	Степень износа основных фондов, % (2015 г.)	37,3
13	Удельный вес полностью изношенных основных фондов в общем объеме основных фондов, % (2015 г.)	11,0
14	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, руб. (2015 г.)	15758
15	Текучесть кадров, % (2015 г.)	28,3

П р и м е ч а н и е. Составляет 49,4% от средней среднемесячной номинальной начисленной заработной платы в отрасли обрабатывающих производств. Это самый низкий показатель по этой отрасли [2, с. 138].

Внутрипроизводственные резервы для существенного улучшения ситуации в перспективе отсутствуют: в отрасли низкие уровни инновационной и инвестиционной активности. Факторами, сдерживающими развитие отрасли, являются: недостаточный спрос на продукцию предприятия на внутреннем рынке (54%), высокий уровень налогообложения (40%), недостаток финансовых средств (40%), недоступность коммерческого кредита (30%), недостаток квалифицированных рабочих (22%), изношенность и отсутствие оборудования (22%) [5].

Текстильным предприятиям без поддержки не под силу стратегия реструктури-

зации и развития ассортимента выпускаемой продукции. Тем не менее, стратегический потенциал отрасли высокий и пока не освоен (табл. 2 – стратегический потенциал льняных производств России). Результаты SWOT-анализа, а также исследований конъюнктуры рынка текстильной промышленности, работы оптовых ярмарок, данные опросов торговых фирм и предприятий убеждают в возможности продвижения на международный рынок российских льняных тканей и товаров со льном при условии повышения их конкурентоспособности за счет их утонения, улучшения структуры, дизайна и использования российского льна.

Т а б л и ц а 2

Угрозы	Возможности
<p>Высокий уровень налогообложения Недоступность коммерческого кредита и инвестиций Неопределенность экономической ситуации Конкурирующий импорт и искусственный субститут Коррупция Высокая стоимость льняного волокна в России по причине его низкой урожайности, дорогой и сложной технологии выделения и переработки, большого количества низкосортных отходов</p>	<p>Сопутствующая политическая конъюнктура (импортзамещение) Сформированный растущий потребительский спрос на товары со льном Ненасыщенность рынка товаров со льном Доступность сырья. Созданы высокоурожайные селекционные сорта льна с большим содержанием волокна и хорошим его качеством. Разработана новая технология уборки льна. Создана уборочная техника. Разработаны методы модификации льняного волокна Ресурсы сотрудничества с предприятиями других отраслей и вузами</p>
Сильные стороны	Слабые стороны
<p>Высокая полезность льняной продукции. Гигиеничность, высокая прочность, малая электризуемость, непромокаемость, низкие загрязняемость и пылевыведение, легкая отстирываемость, целебные эффекты льняных тканей Узнаваемость и популярность российских народных брендов Возможность создания кластерных производственных цепочек с полным технологическим циклом Наличие функционирующей производственной базы Дешевый трудовой потенциал</p>	<p>Низкая конкурентоспособность выпускаемой льняной продукции. Косина утка в швейных изделиях, отсутствие современной заключительной отделки, сминаемость, большая усадка, отсутствие колористического ряда, несоответствие дизайна тканей моде. Неэстетичность, большая толщина и тяжесть тканей, повышенная осыпаемость срезов. Плохо поддаются влажно-тепловой обработке. Низкая инновационная активность Изношенность оборудования и отсутствие прогрессивного Высокий уровень отходов Высокая себестоимость продукции Неквалифицированный персонал Неэффективный менеджмент</p>

Стратегический потенциал льняной промышленности. Основной стратегической задачей текстильных производств является приведение структуры ассортимента льняных и льносодержащих тканей в соответствие со спросом и требованиями отечественного и зарубежного рынков. Решение этой задачи требует проведения мониторинга и оценки емкости и потенциала зару-

бежного и российского рынков льняного сырья, материалов и готовых изделий, маркетинговых прогнозов рыночной конъюнктуры, тенденций моды и спроса на нее. Наряду с тем необходимы научные исследования по выявлению новых уникальных свойств льняного волокна и его полезных воздействий на организм человека. Это будет способствовать наращиванию стратеги-

ческого потенциала текстильных предприятий и развитию ассортимента конкурентоспособной льняной продукции (табл. 3 –

стратегия реструктуризации и развития ассортимента конкурентоспособной льняной продукции [1, с.195...196, 205...206, 233]).

Т а б л и ц а 3

№	Компонента	Основные направления стратегии
1	Реструктуризация и развитие ассортимента льняной продукции	Обновление и расширение базового ассортимента изделий со льном для массового потребителя Создание ассортимента льняных тканей современных структур с высокими потребительскими свойствами для элитного потребителя с высоким уровнем дохода Создание новых, ранее неизвестных изделий со льном Формирование эталонного ряда моделей, построенных на одной конструктивной основе Создание широкого спектра единичных изделий и соединение их в коллекцию с учетом вкусов и требований покупателей Создание и внедрение в производство автоматизированной системы проектирования тканей (САПР) для обеспечения быстрой сменяемости моделей Создание банка банных, позволяющего с участием заказчика формировать множество вариантов моделей на основе различных сочетаний модных элементов
2	Повышение конкурентоспособности льняной продукции по цене	Увязка объемных показателей до уровня рентабельности смежных производств Снижение себестоимости продукции за счет оптимизации затрат на ее изготовление и использования отходов
3	Повышение конкурентоспособности льняной продукции по качеству	Повышение качества сырья, полуфабрикатов и продукции Освоение производства льняной пряжи пониженной линейной плотности Создание материалов актуального дизайна Придание ткани новых фактурных эффектов (меланжа, фламме, непса и др.), более выразительной цветовой гаммы и других эффектов визуализации
4	Поиск новых путей продвижения товаров со льном на рынке	Создание единой информационной базы Организация выставок-ярмарок в регионах России, поставляющих и перерабатывающих лен Организация совместной рекламной деятельности Государственные протекции по продвижению торговых марок российских предприятий Возможность интерактивной оплаты товаров, организация интерактивных торговых точек

В Ы В О Д Ы

Льняная промышленность России обладает высоким стратегическим потенциалом, который может вывести ее на международный рынок. Его освоение требует глубокой санации отрасли на основе реструктуризации и развития производств и ассортимента продукции со льном. Необходимо привести структуру ассортимента льняных и льносодержащих тканей в соответствие со спросом и требованиями отечественного и зарубежного рынков. Текстильным предприятиям, переживающим затянувшийся на многие годы кризис, не под силу эта стратегическая задача. Чтобы построить кластерные структуры и системы частно-

государственных партнерств с вузами и регулировать их взаимодействия, требуются координирующая роль и поддержка государства.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. – М.: ИнформЗнание, 2002.
2. Промышленное производство в России. 2016 // Стат. сб. / Пред. ред. кол. А.Л. Кевеш. – М.: Росстат, 2016.
3. Родионова И.В. Формирование текстильной индустрии на основе развития рынка льняных и льносодержащих товаров // Изв. вузов. Технологии текстильной промышленности. – 2015, № 4. С.27...31.

4. Российский статистический ежегодник. 2018 // Стат. сб. / Пред. ред. кол. А.Е. Суринов. – М.: Росстат, 2018.

5. Российский статистический ежегодник. 2016 // Стат. сб. / Пред. ред. кол. А.Е. Суринов. – М.: Росстат, 2016.

REFERENCES

1. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N., Ol'shanskaya O.M. Len i ego kompleksnoe ispol'zovanie. – М.: InformZnanie, 2002.

2. Promyshlennoe proizvodstvo v Rossii. 2016 // Stat. sb. / Pred. red. kol. A.L. Kevesh. – М.: Rosstat, 2016.

3. Rodionova I.V. Formirovanie tekstil'noy industrii na osnove razvitiya rynka l'nyanykh i l'nosoder-zhashchikh tovarov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, № 4. S.27...31.

4. Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik. 2018 // Stat. sb. / Pred. red. kol. A.E. Surinov. – М.: Rosstat, 2018.

5. Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik. 2016 // Stat. sb. / Pred. red. kol. A.E. Surinov. – М.: Rosstat, 2016.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 23.09.20.

УДК 332

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_46

ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РОСТА

INNOVATIVE ACTIVITY OF SMALL ENTERPRISES OF THE TEXTILE INDUSTRY AND THEIR GROWTH PROSPECTS

Е.С. ЛОВКОВА, Е.Н. ЕЛИСЕЕВА

E.S. LOVKOVA, E.N. ELISEEVA

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,
Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС",
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации)

(Vladimir State University Alexander and Nikolai Stoletovs,
National University of Science and Technology "MISIS",
Financial University under the Government of the Russian Federation)

E-mail: nikishinaes@yandex.ru, evgeniyae@mail.ru

В рамках развития экономики РФ большое внимание уделяется развитию инновационной активности малых предприятий текстильной промышленности. Основное внимание уделено проблемам, тормозящим развитие инновационной активности малых предприятий текстильного сектора экономики и предложены рекомендации по их устранению.

As part of the development of the Russian economy, much attention is paid to the development of innovative activity of small textile enterprises. The main attention is paid to the problems hindering the development of innovative activity of small enterprises of the textile sector of the economy and recommendations for their elimination.

Ключевые слова: инновации, инновационная активность, малый бизнес, текстильная промышленность.

Keywords: innovation, innovation activity, small business, textile industry.

Ситуация в текстильной промышленности в мире складывается таким образом, что основная масса текстильного производства сосредоточена в развивающихся странах, в которых имеется в достаточном количестве сырье и дешевая рабочая сила. Текстильная промышленность в России находится в кризисной ситуации. Связано это в первую очередь с неконкурентоспособностью продукции по цене, азиатские страны предлагают более дешевую продукцию за счет более дешевой рабочей силы. При этом качественно отечественная продукция часто бывает лучше. Доля отечественной продукции на сегодняшний день составляет не более 30% рынка [1].

Мировая практика показывает, что малое предпринимательство может обеспечить ресурсы и гарантии, с помощью которых российская текстильная промышленность значительно улучшит свои позиции на мировом рынке. Организации малого предпринимательства имеют более гибкую систему управления, чем крупные или средние, тем самым они способны быстрее реагировать на изменения в экономической системе и колебания потребительского спроса. Такие предприятия имеют отличительные особенности: маленькие сроки формирования, способность быстрого и дешевого перевооружения, внедрение новых технологий и автоматизация производства, обеспечение оптимального сочетания ручного и механизированного труда.

Перспективным направлением развития малого предпринимательства в современных условиях должно стать повышение инновационной активности предприятий. Это связано с инновационной направленностью современной экономической политики, формированием национальной инновационной системы и созданием на этой базе эффективного рынка промышленных инноваций [2].

Инновационная активность малых предприятий текстильной промышленности в настоящее время очень низка, общий удельный вес малого инновационного бизнеса в России составил всего 6...7,5%. Таким образом, развитие инноваций малым бизнесом характеризуется как недостаточно активное, фрагментарное.

Данные Госкомстата показали, что инновационная активность малого сектора промышленности неравномерна и сильно поляризована в отраслевом разрезе. Отрасли-лидеры по количеству инновационно активных предприятий – это машиностроение и металлообработка (более 36%), пищевая (более 15%), химическая и нефтехимическая промышленность (9,8%). На лесную, деревообрабатывающую и целлюлозно-бумажную промышленность приходится около 7,7% инновационно активных малых предприятий, на медицинскую промышленность – около 6,7% и на легкую промышленность – около 6%. Самая низкая инновационная активность 1,4% в топливной промышленности.

Из всей совокупности предприятий малого сектора промышленности только 38% производят товары и услуги инновационного характера. В среднем совокупная доля продукции инновационного характера этих предприятий составила всего 25,5% от общих объемов производства [3].

При отслеживании доли инновационной продукции в общих объемах производства малых инновационных предприятий в разных отраслях промышленности лидер по этому показателю – медицинская промышленность (более 90% продукции). За ней следует цветная металлургия (более 53%), лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность (около 50%), химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлообработка (около 45%), промышленность строительных материалов (около 44% продукции). Текстильная промышленность в этих показателях очень сильно отстает [4].

В настоящее время в России выделяются следующие проблемы, оказывающие негативное влияние на инновационную активность малых предприятий текстильной промышленности:

- громоздкость и коррумпированность административного аппарата;
- несовершенство законодательной базы и системы налогообложения;
- сложность в привлечении инвестиций в сектор (доминирует прибыль от торговых посреднических операций).

Основным источником финансирования инновационной деятельности малых предприятий являются собственные средства, которые используют 87% малых предприятий.

Финансирование инновационной деятельности текстильных предприятий из собственных средств сковывает развитие их потенциала, так как для вложения, перевооружения и реструктуризации всего предприятия нужны существенные объемы денежных средств, которых у предприятия нет. Эта ситуация объясняется тем, что несмотря на снижение процентной ставки по займам, кредитная система недостаточно осуществляет кредитование реального сектора экономики.

Большинство малых предприятий текстильной промышленности за неимением в достаточном количестве денежных средств ограничивают свою инновационную деятельность, приобретая новое, более высокотехнологичное оборудование и установки, необходимые для технологического обновления производства. Всего лишь около 35% малых инновационных предприятий, проводят научные исследования и разработки. Удельный вес малых инновационных предприятий, покупающих права на патенты и лицензии, составил 16% [5].

Также сдерживающим фактором развития инновационной деятельности малых предприятий текстильной промышленности является отсутствие единого интеграционного механизма использования и привлечения необходимых ресурсов для реализации всего инновационного цикла. Это приводит к разрывам между стадией НИОКР и последующим процессом коммерциализации результатов научной деятельности, а также опытным и промышленным производством. Вследствие этого не происходит существенного прироста числа коммерциализуемых наукоемких технологий и разработок и их последующего трансфера в реальный сектор экономики [6].

Целесообразно развивать инновационный сектор текстильной промышленности не только на стадии разработки нового продукта, но и на стадиях его освоения и распределения, то есть непосредственно в про-

мышленном производстве. На данном этапе необходим количественный рост малых инновационных предприятий до создания некой их критической массы с тем, чтобы такие предприятия могли влиять на национальную инновационную систему, а через нее и на рост экономики в целом.

Важнейшей задачей при развитии текстильной промышленности страны является разработка комплекса мероприятий, направленных на поддержку инновационной активности малых предприятий по разным направлениям – от патентования до выхода на новые рынки. Такими мерами могут быть: упразднение налога на добавленную стоимость наукоемкой продукции, информационную и финансовую поддержку малых предприятий, внедрение инструментов и методов стимулирования франчайзинга и лицензинга (сделок по купле-продаже лицензий).

В процессе поддержания и развития инновационной активности малых предприятий целесообразна реструктуризация имеющихся инфраструктур, в ходе которой имеет смысл анализ эффективности деятельности предприятия, сильных сторон и неиспользованных возможностей действующих структур. В результате анализа целесообразно проведение кадровой и информационной поддержки.

Совершенствование системы государственной поддержки в части повышения инновационной активности малых инновационных предприятий текстильной промышленности должно проходить параллельно процессу совершенствования государственной инновационной политики, которая направлена на обеспечение комфортных условий конкурентного и эффективной деятельности хозяйствующих субъектов в современной экономике России.

Государству необходимо формировать условия для развития рыночных отношений в инновационной сфере текстильной промышленности и отслеживать нечестную конкуренцию в процессе инновационной деятельности. Обеспечение государственного регулирования инновационной деятельности в сочетании с эффективным функционированием конкурентного меха-

низма в инновационной сфере и концентрацией государственных ресурсов на создание и распространение базисных инноваций, обеспечивающих прогрессивные структурные сдвиги в экономике, позволяет существенно повысить уровень технологического развития текстильной промышленности, конкурентоспособности текстильной продукции, качества жизни населения и экологической безопасности.

Для поддержания и развития инновационной активности сектора малого бизнеса текстильной промышленности необходимо провести ряд мероприятий по следующим направлениям:

- повысить уровень эффективности производства и конкурентоспособности текстильной продукции с помощью формирования/распределения основополагающих и улучшающих инноваций;

- поддерживать уровень активности инновационной деятельности текстильной промышленности, способствующий развитию рыночных отношений;

- увеличить государственную поддержку инновационной деятельности в текстильном секторе, увеличить уровень отдачи при реализации государственных ресурсов, которые направлены на развитие инновационной деятельности малых предприятий;

- в целях финансовой поддержки малых инновационных предприятий необходимо сформировать федеральный инновационный фонд;

- развить сферу кредитования и страхования рисков наукоемких проектов;

- создать, сохранить и развить кадровый потенциал инновационной сферы;

- развить инновационную инфраструктуру в малом бизнесе;

- разработать закон об инновационной деятельности, который закрепил бы правовые основы ее осуществления.

Инновационная активность предприятий малого бизнеса при наличии государственной охраны прав и интересов субъектов инновационной деятельности и интеллектуальной собственности, созданной в процессе ее осуществления, позволит существенно повысить потенциал текстиль-

ной промышленности российской экономики и позволит занять ей лидирующие позиции на отечественном и мировом рынках. Поэтому большое значение сегодня имеет проводимая государством деятельность в отношении совершенствования законодательства, регулирующего инновационные процессы сектора малого предпринимательства.

Осуществление инновационной деятельности малыми предприятиями приведет к повышению продуктивности производственного процесса, снижению затрат на производство товаров и сокращению времени осуществления этого процесса [7]. В этом случае произойдет наращивание объемов выпускаемой продукции, следовательно, и возможностей более полного удовлетворения растущих потребностей общества, которые в конечном итоге и определяют приоритеты экономического роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная служба государственной статистики <http://www.gks.ru/>
2. *Бакиева И.А.* Развитие малого бизнеса и частного предпринимательства в легкой промышленности // Молодой ученый. — 2015, №7. С. 344...346.
3. *Барабаш С.Б., Быкадоров И.А., Пудова М.В.* Модели монополистической конкуренции: лидерство ритейлера при условии "свободы входа" // Вестник НГУЭУ. — 2016, №4. С. 315...325.
4. *Бутов А.М.* Рынок продукции текстильного производства 2017г. // Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики. Центр развития. — 2017.
5. *Косенок М.А., Великий И.А.* Состояние и пути развития швейной промышленности в России // Молодой ученый. — 2017, №17. С. 356...359.
6. *Парамонова Т.Н.* Рынок легкой и текстильной промышленности в период импортозамещения // Торговый-экономический журнал. — 2016, № 3(1). С.53...66.
7. *Polzunova N., Savelev I., Nikiforova S., Ushakov S.* State Support for Small Enterprises in the Countries of the European Union and the Russian Federation. Lecture Notes in Networks and Systems. — 2020, 87. P.261...269.

REFERENCES

1. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki <http://www.gks.ru/>
2. *Bakieva I.A.* Razvitie malogo biznesa i chastnogo predprinimatel'stva v legkoy promyshlennosti // Molodoy uchenyy. — 2015, №7. S. 344...346.

3. Barabash S.B., Bykadorov I.A. , Pudova M.V. Modeli monopolisticheskoy konkurentsii: liderstvo riteylera pri uslovii "svobody vkhoda" // Vestnik NGUEU. – 2016, №4. S. 315...325.

4. Butov A.M. Rynok produktsii tekstil'nogo proizvodstva 2017g. // Natsional'nyy issledovatel'skiy universitet. Vysshaya shkola ekonomiki. Tsentr raz-vitiya. – 2017.

5. Kosenok M.A., Velikiy I.A. Sostoyanie i puti razvitiya shveynoy promyshlennosti v Rossii // Molodoy uchenyy. – 2017, №17. S. 356...359.

6. Paramonova T.N. Rynok legkoy i tekstil'noy promyshlennosti v period importozameshcheniya // Tor-

govyy-ekonomicheskyy zhurnal. – 2016, № 3(1). S.53...66.

7. Polzunova N., Savelev I., Nikiforova S., Ushakov S. State Support for Small Enterprises in the Countries of the European Union and the Russian Federation. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2020, 87. P.261...269.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 23.09.20.

УДК 687.174
DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_51

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА
ТОЛЩИНЫ ПАКЕТА СПАЛЬНОГО МЕШКА
ПРИ ЗАДАННЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATING
THE THICKNESS OF A SLEEPING BAG PACKAGE
UNDER SPECIFIED OPERATING CONDITIONS**

В.Ф. БОГДАНОВ, Е.Е. ШИРШОВА, С.А. КОЛЕСНИК, И.Ю. БРИНК

V.F. BOGDANOV, E.E. SHIRSHOVA, S.A. KOLESNIK, I.YU. BRINK

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

(LLC "BASK", Moscow,
Institute of Services and Businesses (branch)
of the Don State Technical University, Shakhty)

E-mail: kolesnik_sa@mail.ru

В статье предложена методика определения тепловой защиты спальных мешков, основанная на анализе параметров физиологического состояния человека и позволяющая рассчитывать необходимую толщину пакета для комфортного сна в заданных условиях эксплуатации.

The article proposes a method for determining thermal protection of sleeping bags, based on the analysis of parameters of the physiological state of a person and allowing to calculate the required thickness of the package for a comfortable sleep in the given operating conditions.

Ключевые слова: методика, тепловая защита, спальный мешок, аутдор-снаряжение, толщина пакета материалов.

Keywords: methods, thermal protection, sleeping bag, outdoor equipment, thickness of the package of materials.

Исследования тепловой защиты спальных мешков [1], [2] с использованием термоманекенов [3], [4] предполагают тестирование уже готовых изделий и не предназначены для прогнозирования теплозащит-

ных свойств в процессе их проектирования с учетом заданных условий эксплуатации [5]. Пример инженерного расчета толщины пакета спального мешка на основании данных об удельной плотности теплового по-

тока с поверхности тела человека на базе одноцилиндрической модели тела [6] представлен нами ранее в [7], однако он не учитывает полного теплового баланса человека, а касается учета средневзвешенной кривизны его тела. Согласно [8] методика проектирования тепловой защиты спального мешка должна опираться на следующие исходные положения/

- Низкий уровень теплопродукции человека во время сна, равный величине основного обмена q_o , Вт/м²:

$$q_o = q_m, \quad (1)$$

где q_m – общие энергозатраты организма, Вт/м².

- Инстинктивное изменение теплоотдачи с поверхности тела во время сна посредством уменьшения площади поверхности тела, отдающего тепло во внешнюю среду, путем изменения позы [8].

- При расчете теплового баланса бодрствующего человека по стандартной мето-

$$q_{п} = q_m - W - q_{к,дых} - q_{исп,дых} - q_{исп,к} - \Delta q_{т.с}, \quad (2)$$

где $q_{к,дых}$ – теплопотери конвекцией при дыхании, Вт/м²; $q_{исп,дых}$ – теплопотери испарением влаги при дыхании, Вт/м²; $q_{исп,к}$ – потери тепла испарением влаги с поверхности кожи, Вт/м².

Для расчета тепловой защиты спального мешка уравнение теплового баланса человека должно содержать абсолютные величины параметров, поскольку площадь испарения и площадь теплоотдачи с поверхнос-

$$q_o S = q_{к,дых} S + q_{исп,дых} S + q_{исп,к} S_{п} + q_{пс} S_{п}, \quad (3)$$

ти тела человека меньше общей площади поверхности тела человека. Площадь теплоотдачи человека, лежащего в спальном мешке с прижатыми к туловищу руками и прижатыми друг к другу ногами, составляет 0,71S [10]. Для обозначения этой позы нами введен термин – "поза сна" [8]. Тогда уравнение теплового баланса следует записывать в виде:

янно сдавлен опорной поверхностью лежащего человека. Для того чтобы принять допущение об осесимметричном расположении пакета спального мешка вокруг тела человека, будем считать, что теплоизолирующий коврик, подкладываемый под спальный мешок, компенсирует возможную асимметрию тепловых потоков. Преобразовав формулу (3), можно записать уравнение теплового баланса человека во время сна, когда его теплоотдача может быть из-

дике расчета [9] постоянной величиной считается площадь поверхности тела человека, а варьируемый параметр – теплопродукция. При расчете тепловой защиты спального мешка варьируемым параметром должна выступать эффективная площадь теплоотдачи человека, которая может изменяться во сне, а постоянной – величина его основного теплового обмена во время сна [8]. Таким образом, отличие условий эксплуатации спального мешка от других средств индивидуальной защиты предполагает корректировку известной методики [9].

1. Во время комфортного сна эффективная мощность механической работы W , Вт/м², и величина изменения теплосодержания в организме $\Delta q_{т.с}$, Вт/м², в уравнении теплового баланса человека равны нулю, и выполняется условие (1). Величина средней плотности теплового потока с поверхности тела человека $q_{п}$, Вт/м², вычисляется в соответствии с уравнением теплового баланса:

ти тела человека меньше общей площади поверхности тела человека. Площадь теплоотдачи человека, лежащего в спальном мешке с прижатыми к туловищу руками и прижатыми друг к другу ногами, составляет 0,71S [10]. Для обозначения этой позы нами введен термин – "поза сна" [8]. Тогда уравнение теплового баланса следует записывать в виде:

янно сдавлен опорной поверхностью лежащего человека. Для того чтобы принять допущение об осесимметричном расположении пакета спального мешка вокруг тела человека, будем считать, что теплоизолирующий коврик, подкладываемый под спальный мешок, компенсирует возможную асимметрию тепловых потоков. Преобразовав формулу (3), можно записать уравнение теплового баланса человека во время сна, когда его теплоотдача может быть из-

менена только пассивным уменьшением площади оттока тепла с поверхности тела в позе сна:

$$q_{пс} = \frac{q_0 S - q_{к,дых} S - q_{исп,дых} S - q_{исп,к} S_{п}}{S_{п}}. \quad (4)$$

2. Величина теплотерь конвекцией при дыхании $q_{к,дых}$, Вт/м², определяется как:

$$q_{к,дых} = 0,0014 q_m (T_{выд} - T_v), \quad (5)$$

где T_v – температура окружающей среды, °С; $T_{выд}$ – температура выдыхаемого воздуха, °С, определяемая как:

$$T_{выд} = 29 + 0,2 T_v. \quad (6)$$

Величина теплотерь испарением при дыхании $q_{исп,дых}$, Вт/м², вычисляется по формуле:

$$q_{исп,дых} = 0,0173 q_m (P_{выд} - P_v), \quad (7)$$

где P_v – давление водяного пара в атмосфере при соответствующей температуре воздуха T_v , кПа; $P_{выд}$ – давление насыщенного водяного пара при температуре выдыхаемого воздуха ($T_{выд}$), кПа; $q_m = q_0$, в соответствии с (1).

3. Расчет величины потерь тепла испарением с поверхности тела человека $q_{исп,к}$, Вт/м², при использовании для изготовления одежды из паропроницаемых материалов согласно [9], ведется по формуле (8):

$$q_0 = \frac{(8,816 + 0,390 q_m)}{S} - q_{исп,дых}. \quad (8)$$

Эмпирическая формула определения тепла испарением с поверхности тела человека (8) содержит величину общих энергозатрат человека q_m , Вт, которые при физической работе могут изменяться. При расчете параметров спального мешка мы исходим из того, что величина общих энергозатрат человека равна величине основного обмена. В этом случае для определения потерь тепла испарением с поверхности тела человека целесообразно использовать формулу Фангера (9) [10], примененную также

в [11], в которой величина теплотерь испарением с поверхности кожи не зависит от возможного изменения общих энергозатрат организма. Возможным уменьшением потерь тепла испарением с кожи на площади опорной поверхности лежащего человека мы пренебрегаем:

$$q_{исп,к} = 3,06 \cdot 10^{-3} (256 T_k - 3360 - P_a), \quad (9)$$

где P_a – парциальное давление пара в воздухе вблизи тела человека при температуре кожи, Па; T_k – средневзвешенная температура кожи, °С.

Таким образом, определены все величины, входящие в формулу (4), и можно рассчитать величину сухого потока тепла с поверхности тела человека в позе сна $q_{пс}$, Вт/м².

4. Величина среднего термосопротивления пакета спального мешка $R_{кп}$, м²·К/Вт, определяется как:

$$R_{кп} = \frac{T_k - T_v}{q_{пс}}. \quad (10)$$

5. Величина средней толщины плоского пакета спального мешка $\delta_{п}$, м, определяется как:

$$\delta_{п} = R_{кп} \lambda, \quad (11)$$

где λ – эквивалентный коэффициент теплопроводности пакета, Вт/(м·К).

6. Поскольку толщина спальных мешков сопоставима с величиной радиуса кривизны туловища человека, необходимо вводить корректировку при помощи коэффициента формы. Средняя толщина цилиндрического пакета спального мешка $\delta_{ц}$, м, определяется с учетом безразмерного коэффициента формы $K_{ф}$, [7]:

$$\delta_{ц} = \frac{\delta_{п}}{K_{ф}}. \quad (12)$$

7. Средняя толщина пакета, согласно [9], должна перераспределяться по участкам тела с учетом безразмерных коэффициентов эффективности утепления, которые зависят от физиологических функций, а

также площади и диаметра различных участков тела. Однако применение коэффициентов для расчета эффективности утепления отдельных участков тела требует уточнения их величин, поскольку в позе сна в прилегающих друг к другу участках тела происходит взаимная компенсация потоков тепла, а также изменяются эквивалентные площади и диаметры прилегающих участков тела [12]. На данном этапе развития методики расчета теплозащиты спального мешка применим коэффициент эффективности утепления $K_{эф.тул}$ для определения толщины пакета в области туловища $\delta_{тул}$, м, а полученную толщину пакета распространим на весь спальный мешок:

$$\delta_{тул} = \delta_{ц} K_{эф.тул}. \quad (13)$$

Для величин термического сопротивления пакета, составляющих до $0,792 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, коэффициент эффективности утепления

принимается равным 1,31, а при величинах термического сопротивления свыше $0,792 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ он принимается равным 1,45 [9]. Формулы (1), (4)...(7), (9)...(13), представляют математическую модель методики расчета толщины пакета спального мешка при заданных условиях эксплуатации, которая реализована на платформе Excel. Для проверки разработанной методики нами проведено тестирование 4-х готовых спальных мешков по [3] в сертифицированной европейской лаборатории. По результатам тестирования определена температура комфорта эксплуатации этих спальных мешков: +2, -7, -13, -24 °С. Для проверки математической модели нами произведен расчет толщины пакетов спальных мешков, обеспечивающей условия комфорта для соответствующих температур: +2, -7, -13, -24°С. Исходные данные для расчета представлены в табл. 1 (исходные значения теплофизических параметров организма человека).

Т а б л и ц а 1

Параметр	$T_k, ^\circ\text{C}$	$q_m=q_o, \text{Вт/м}^2$	$S, \text{м}^2$	$S_{п}, \text{м}^2$	$W, \text{Вт/м}^2$	$\lambda, \text{Вт/(мК)}$	$\Delta q_{тс}, \text{Вт/м}^2$
Значение	34,0	40	1,8	1,278	0	0,040	0

Для определения возможного диапазона отличия параметров спального мешка проведен расчет с применением двух величин коэффициента утепления туловища, $K_{эф.тул}$, равных 1,45 и 1,31 соответственно. Результаты расчета толщин для соответ-

ствующих температур комфорта в сравнении с измеренными толщинами сертифицированных по методике EN 13537 [3] спальных мешков представлены в табл. 2 (расчетные и измеренные параметры спальных мешков, протестированных по EN13537).

Т а б л и ц а 2

Параметр спального мешка	Наименование спального мешка			
	Trekking V2	Mustang 780FP V2	Karakorum	Kashgar
T_b – температура комфорта, °С	+2	-7	-13	-24
δ_o – измеренная толщина пакета в области груди, м	0,060	0,085	0,100	0,130
$\delta_{тул1}$ – расчетная толщина пакета в области груди при $K_{эф.тул}=1,45$, м	0,063	0,086	0,103	0,134
$\delta_{тул2}$ – расчетная толщина пакета в области груди при $K_{эф.тул}=1,31$, м	0,057	0,078	0,093	0,122

С целью определения разброса результатов полученные расчетные данные сравнили с проведенными экспериментами по тестированию идентичных спальных мешков в шести европейских сертифицирован-

ных лабораториях, имеющих право сертифицировать спальные мешки по стандарту [3], которые показали разброс в пределах 10%. На рис. 1 представлены зависимости расчетной толщины пакета при оговорен-

ных ранее значениях коэффициентов эффективности утепления и толщины спальных мешков, протестированных по [3] для температур комфорта, равных +2, -7, -13, -24°C (1 и 2 – расчетные значения при $K_{эф.тул}$ 1,45 и 1,31 соответственно; 3 – экспериментальные значения, полученные по методике [3]).

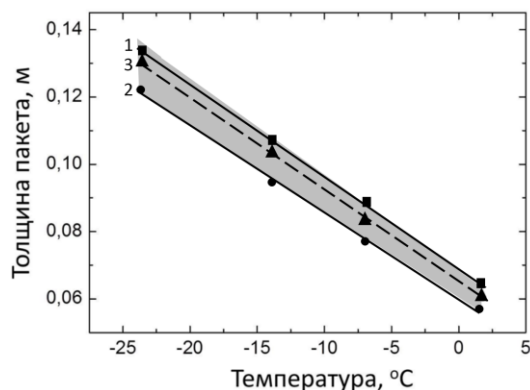


Рис. 1

На графике, представленном на рис.1, серым цветом выделена зона разброса измерений при тестировании тепловой защиты спальных мешков в различных лабораториях, границы которой практически совпадают с зависимостями 1 и 2. Таким образом, расчетные данные, полученные на основе разработанной методики, вполне коррелируют с экспериментальной методикой определения тепловой защиты спальных мешков [3] в диапазоне коэффициентов эффективности утепления туловища $K_{эф.тул} = 1,45...1,31$.

ВЫВОДЫ

Разработанная методика уже на этапе проектирования позволяет с определенной точностью прогнозировать толщину пакета спального мешка для заданных условий в отличие от европейского стандарта, предназначенного для тестирования только готовых изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kuklane K., Dejke V. Testing Sleeping Bags According to EN 13537:2002: Details That Make the Difference // International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE). – Vol. 16, № 2, 2010. P.199...216.

and Ergonomics (JOSE). – Vol. 16, № 2, 2010. P.199...216.

2. Holand B. Comfort temperatures for sleeping bags // Proceedings of the Third International Meeting on Thermal Manikin Testing 3IMM at the National Institute for Working Life. – October 12–13, 1999. P.25...28.

3. European Standard EN 13537:2012. Requirements for Sleeping Bags. – Brussels: European Committee For Standardization. – 27 April, 2012.

4. ASTM F1720 – 17. Standard Test Method for Measuring Thermal Insulation of Sleeping Bags Using a Heated Manikin.

5. Бринк И.Ю., Богданов В.Ф., Романенко В.С. Стандартизация спальных мешков. Российские реалии // Стандарты и качество. – 2017, №8 (962). С.38...41.

6. Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода. – М.: Изд-во Иностранной литературы, 1957.

7. Богданов В.Ф., Романенко В.И., Бринк И.Ю. Теплофизические основы инженерного расчета толщины пакета спального мешка // Инженерный вестник Дона. – 2018, №1. С. 17.

8. Романенко В., Гончарова М., Колесник С., Бринк И. Основы методики расчета тепловой защиты спального мешка // Стандарты и качество. – 2019, № 1 (979). С. 58...62.

9. Методические рекомендации МР 2.2.8.2127-06 "Гигиенические требования к теплоизоляции комплекта средств индивидуальной защиты (далее СИЗ) от холода в различных климатических регионах и методы ее оценки". – Утв.07.09.2006 Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

10. Fanger P.O. Thermal comfort-analysis and applications in environmental engineering. – Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

11. Делья Р.А., Афанасьева Р.Ф., Чубарова З.С. Гигиена одежды. – М.: Легкая индустрия, 1979.

12. Романенко В.И., Колесник С.А., Бринк И.Ю. Расчет геометрической модели тела человека в спальном мешке // Дизайн и технологии. – 2018, №64(106). С. 41...47.

REFERENCES

1. Kuklane K., Dejke V. Testing Sleeping Bags According to EN 13537:2002: Details That Make the Difference // International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE). – Vol. 16, № 2, 2010. P.199...216.

2. Holand B. Comfort temperatures for sleeping bags // Proceedings of the Third International Meeting on Thermal Manikin Testing 3IMM at the National Institute for Working Life. – October 12–13, 1999. P.25...28.

3. European Standard EN 13537:2012. Requirements for Sleeping Bags. – Brussels: European Committee For Standardization. – 27 April, 2012.

4. ASTM F1720 – 17. Standard Test Method for Measuring Thermal Insulation of Sleeping Bags Using a Heated Manikin.

5. Brink I.Yu., Bogdanov V.F., Romanenko V.S. Standartizatsiya spal'nykh meshkov. Rossiyskie realii // Standarty i kachestvo. – 2017, №8 (962). S.38...41.

6. Barton A., Edkholm O. Chelovek v usloviyakh kholoda. – M.: Izd-vo Inostrannoy literatury, 1957.

7. Bogdanov V.F., Romanenko V.I., Brink I.Yu. Teplofizicheskie osnovy inzhenernogo rascheta tolshchiny paketa spal'nogo meshka // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2018, №1. S. 17.

8. Romanenko V., Goncharova M., Kolesnik S., Brink I. Osnovy metodiki rascheta teplovoy zashchity spal'nogo meshka // Standarty i kachestvo. – 2019, № 1 (979). S. 58...62.

9. Metodicheskie rekomendatsii MR 2.2.8.2127-06 "Gigienicheskie trebovaniya k teploizolyatsii kompleksa sredstv individual'noy zashchity (dalee SIZ) ot kholoda

v razlichnykh klimaticheskikh regio-nakh i metody ee otsenki". – Utv.07.09.2006 Federal'noy sluzhboy po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka.

10. Fanger P.O. Thermal comfort-analysis and applications in environmental engineering. – Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

11. Dell' R.A., Afanas'eva R.F., Chubarova Z.S. Gigiena odezhdy. – M.: Legkaya industriya, 1979.

12. Romanenko V.I., Kolesnik S.A., Brink I.Yu. Raschet geometricheskoy modeli tela cheloveka v spal'nom meshke // Dizayn i tekhnologii. – 2018, №64(106). S. 41...47.

Рекомендована кафедрой конструирования технологий и дизайна ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты. Поступила 31.05.21.

УДК 677.017

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_56

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ

AN INNOVATIVE METHOD FOR ASSESSING TECHNOLOGICAL EFFECTIVENESS LINEN FABRICS

Н.А. СМІРНОВА, В.В. ЗАМЫШЛЯЕВА, В.В. ЛАПШИН, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА

N.A. SMIRNOVA, V.V. ZAMYSHLYAEVA, V.V. LAPSHIN, N.A. GRUZINTSEVA

**(Костромской государственной университет,
Ивановский государственный политехнический университет)**

**(Kostroma State University,
Ivanovo State Polytechnical University,**

E-mail: nadejda.smirnova.a@yandex.ru

В статье приводятся результаты использования специально разработанной компьютерной программы для оценки показателя технологичности – способности льняных костюмно-платьевых тканей к сутюживанию. Экспериментальные исследования величины сутюживания льняных тканей выполнены методом сдвига нитей в ткани на автоматизированной системе, позволяющей получать числовые значения показателей технологичности, которые определяют их способность к сутюживанию при влажно-тепловой обработке.

The article presents the results of the use of a specially developed computer program to evaluate the index of manufacturability – the ability of linen suit and dress fabrics to be pressed. Experimental studies of the amount of suturing of linen fabrics were carried out by the method of shifting threads in the fabric on an automated

system that allows us to obtain numerical values of the processability indicators that determine their ability to suture during wet-heat treatment.

Ключевые слова: льняные костюмно-платьевые ткани, сутюживание, деформация сдвига, прогнозирование.

Keywords: linen suit-dress fabrics, fading, shear deformation, forecasting.

Технологичность материалов определяет их способность к переработке в качественные изделия на всех стадиях технологического процесса производства одежды. Существующие методы позволяют оценивать технологичность материалов только при таких воздействиях, как растяжение и изгиб [1...3]. Актуальность импортозамещения [4] обусловила разработку автоматизированной методики [5], позволившей определять способность тканей к сдвигу нитей для оценки их технологичности.

Показатель сутюживаемости используется при формообразовании деталей одежды. Для льняных тканей рациональным способом реализации сутюживания является изменение угла между нитями основы и утка. Льняные костюмно-платьевые ткани разных переплетений и поверхностной плотности (табл. 1) выбраны в качестве

объектов исследований так как, несмотря на растущий интерес к льняным тканям, их технологичность остается недостаточно изученной.

Использование методики [5] при исследовании способности льняных тканей (табл. 1) к сдвигу нитей позволили определить коэффициенты формуемости, характеризующие изменения сетевого угла до максимально возможного, фиксируемого к моменту образования диагональной складки, и максимальные величины сутюживания (табл. 1).

Отсутствие стандартных методик и стандартной инструментальной базы для исследования способности тканей к сдвигу нитей обусловили изыскание экспрессного метода определения технологичности льняных тканей.

Таблица 1

Переплетение	Поверхностная плотность ткани $M_s, \text{г/м}^2$	Коэффициент формуемости $\alpha, \text{град}$	Величина сутюживания Сут, %
Мелкоузорчатое (саржа 3/3)	190	16	14
Мелкоузорчатое (креповое)	214	13	11,6
Мелкоузорчатое (саржа 2/2)	211	15	13,2
Плотняное	199	13	11,6
Сатиновое	204	17	14,8
Мелкоузорчатое (саржа ромбовидная)	206	14	12,4
Мелкоузорчатое (саржа 3/3)	200	17	14,8
Мелкоузорчатое (саржа ломаная)	207	14	12,4
Мелкоузорчатое (креповое)	186	14	12,3
Плотняное	163	13	11,6

Возможность прогнозирования максимальной величины сутюживания льняных тканей, характеризующей ее технологичность, реализована специально разработанной и зарегистрированной компьютерной программой "Neuro-Prognosis" [6]. Анализ методов прогнозирования позволил установить, что искусственные нейронные сети

являются, практически, единственным средством, позволяющим поддерживать актуальность прогноза [7] с развитием технологии производства материалов для одежды. Для обобщения характеристик используется система, реализующая функции обучения искусственных нейронных сетей (ИНС) с учителем по алгоритму обратного

распространения ошибки. При добавлении новых результатов модель прогнозирования постоянно уточняется. Средняя относительная ошибка обучения при обучении уменьшается, что характеризует приближение аппроксимирующей поверхности к экспериментальным данным.

Для прогнозирования величины сутюживания льняных тканей проводилось обучение двухслойной нейронной сети (с одним скрытым слоем из пяти нейронов с функцией активации – сигмоид). В результате расчетов получена зависимость величины сутюживания от коэффициентов формуемости и поверхностной плотности тканей, отражающей совокупное влияние плотности тканей и толщины нитей основы и утка (рис. 1 – окно программы прогнозирования величины сутюживания льняных тканей). Нарращивание структуры сети позволило достичь средней относительной ошибки обучения 1,97 %. Чем меньше ошибка обучения, тем меньше ошибка прогнозирования. В этом случае выходные значения максимально приближаются к экспериментальным.

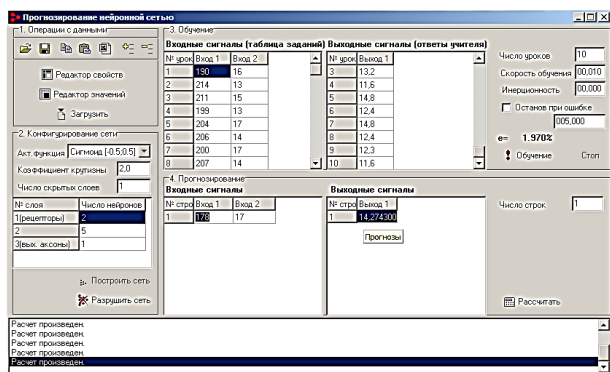


Рис. 1

Зависимость величины сутюживания от входных параметров ИНС аппроксимирует непрерывную поверхность, которую можно принять за реальную в области рабочих значений. На рис. 2 представлены экспериментальная зависимость величины сутюживания $S_{ут}(M_s, \alpha)$ и генерируемая ИНС зависимость $S_{ут}^{НС}(M_s, \alpha)$.

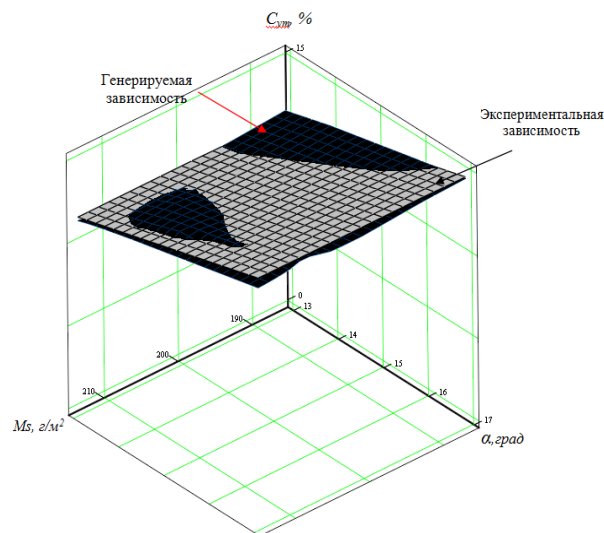


Рис. 2

Для проверки качества прогнозирования величины сутюживания с использованием ИНС взяты две льняные ткани мелкоузорчатых переплетений, которые не входили в обучающую выборку. Проверка контрольных тканей (табл. 2) показала, что ошибка прогнозирования не превышает 4%.

Реализация возможности прогнозирования технологичности льняных тканей позволяет реализовать цифровизацию конфекционирования при отсутствии экспериментальной базы [6].

Таблица 2

Переплетение тканей	M_s , г/м ²	Коэффициент формуемости, α, град	Сут от M_s и α		Ошибка прогнозирования, %
			экспериментальный	прогнозируемый	
Мелкоузорчатое	178	17	14,8	14,27	3,58
Мелкоузорчатое (рогожка)	210	16	14	13,95	0,35

Исследования показали возможность применения искусственных нейронных сетей и программы "Neuro-Prognosis" для прогнозирования величины сутюживания

льняных тканей при сдвиге нитей. Прогнозирование удобно использовать в производстве не только при конфекционировании, но и на этапах проектирования матери-

алов [8...12], экономя время и средства на дополнительные эксперименты и интеллектуальные силы.

ВЫВОДЫ

1. Предложен метод прогнозирования величины сутуживания льняных тканей с использованием интеллектуальной системы на базе разработанной компьютерной программы.

2. Практическая значимость прогнозирования технологичности льняных тканей состоит в реализации цифровизации конфекционирования при отсутствии экспериментальной базы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Perepelkin K.E., Nekludowa S.A., Smirnova K.E., Sueva T.V.* Linen Fabrics properties peculiarities in clothes construction and fashion design. // The Ist Nordic Conference on Flax and Hemp Prjcessing. – Tampere, Finland, 1998. P.211...219.

2. *Jinlian Hu.* Structure and mechanics of woven fabrics // The Textile Institute. – Woodhead Publishing Ltd. 2004.

3. *Kostjukova J.A., Smirnova N.A., Kolmogorova T.A.* Badania anizotropii gniotliwosci tkanin lnianych // Przegląd Wlokienniczy. – Lodz, Polska, 2002, №4. P.10...12.

4. The Standardization and Analysis of Hand Evaluation (2nd Edition), /Sueo Kawabata, // July 1980, The Hand Evaluation and Standardization Committee, The Textile Machine Society of Japan.

5. *Смирнова Н.А., Кузьмичев В.Е., Замышляева В.В., Лапшин В.В.* Исследование отечественного прибора для определения свойств текстильных полотен при деформации сдвига // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 3. С.93...97.

6. *Лапшин В.В., Смирнова Н.А.* Автоматизированный измерительный комплекс как реализация концепции цифровизации в легкой промышленности. – Кострома: Изд-во КГУ, 2019.

7. *Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Шубин А.С.* Проектирование номинальных значений показателей качества текстильных изделий с использованием нейросетевого анализа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 3. С.18...25.

8. *Шаломин О.А., Матрохин А.Ю., Рыбакова Д.А., Гусев Б.Н.* Разработка структурной схемы проектирования качества текстильных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4. С. 40...45.

9. *Гусев Б.Н., Матрохин А.Ю.* Материаловедение: традиции, достижения, перспективы // Изв. ву-

зов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 4. С. 31...36.

10. *Кожевникова Л.В., Карева Т.Ю., Кожевников С.О., Кулида Н.А.* Прогнозирование разрывных нагрузок тканей ортогонального и неортогонального строения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №5. С. 100...103.

11. *Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А., Вагнер В.И.* Вариант моделирования деформационных и релаксационных свойств текстильных материалов сложного строения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С.110...115.

12. *Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А., Вагнер В.И.* Моделирование и прогнозирование вязкоупругих свойств текстильных материалов сложного строения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 6. С.120...124.

REFERENCES

1. *Perepelkin K.E., Nekludowa S.A., Smirnova K.E., Sueva T.V.* Linen Fabrics properties peculiarities in clothes construction and fashion design. // The Ist Nordic Conference on Flax and Hemp Prjcessing. – Tampere, Finland, 1998. P.211...219.

2. *Jinlian Hu.* Structure and mechanics of woven fabrics // The Textile Institute. – Woodhead Publishing Ltd. 2004.

3. *Kostjukova J.A., Smirnova N.A., Kolmogorova T.A.* Badania anizotropii gniotliwosci tkanin lnianych // Przegląd Wlokienniczy. – Lodz, Polska, 2002, №4. P.10...12.

4. The Standardization and Analysis of Hand Evaluation (2nd Edition), /Sueo Kawabata, // July 1980, The Hand Evaluation and Standardization Committee, The Textile Machine Society of Japan.

5. *Smirnova N.A., Kuz'michev V.E., Zamyshlyeva V.V., Lapshin V.V.* Issledovanie otechestvennogo pribora dlya opredeleniya svoystv tekstil'nykh poloten pri deformatsii sdviga // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 3. S.93...97.

6. *Lapshin V.V., Smirnova N.A.* Avtomatizirovannyy izmeritel'nyy kompleks kak realizatsiya kontseptsii tsifrovizatsii v legkoy promyshlennosti. – Kostroma: Izd-vo KGU, 2019.

7. *Shalomin O.A., Matrokhin A.Yu., Shubin A.S.* Proektirovanie nominal'nykh znacheniy pokazateley kachestva tekstil'nykh izdeliy s ispol'zovaniem neyrosetevogo analiza // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, № 3. S.18...25.

8. *Shalomin O.A., Matrokhin A.Yu., Rybakova D.A., Gusev B.N.* Razrabotka strukturnoy skhemy proektirovaniya kachestva tekstil'nykh izdeliy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2012, № 4. S. 40...45.

9. *Gusev B.N., Matrokhin A.Yu.* Materialovedenie: traditsii, dostizheniya, perspektivy // Izvestiya Vysshikh

Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 4. S. 31...36.

10. Kozhevnikova L.V., Kareva T.Yu., Kozhevnikov S.O., Kulida N.A. Prognozirovaniye razryvnykh nagruzok tkaney ortogonal'nogo i neortogonal'nogo stroeniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №5. S. 100...103.

11. Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A., Vagner V.I. Variant modelirovaniya deformatsionnykh i relaksatsionnykh svoystv tekstil'nykh materialov slozhnogo stroeniya // Izvestiya Vysshikh

Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2014, № 3. S.110...115.

12. Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A., Vagner V.I. Modelirovaniye i prognozirovaniye vyazkouprugikh svoystv tekstil'nykh materialov slozhnogo stroeniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2014, № 6. S.120...124.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров КГУ. Поступила 12.04.21.

УДК 677.017

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_60

РАЗРАБОТКА МЕТОДА И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ КОМПРЕССИОННЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА

DEVELOPMENT OF A METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE PRESSURE OF COMPRESSION KNITWEAR ON THE HUMAN BODY

*М.А. МАРИНКИНА, М.В. ЗИМИНА, Л.Л. ЧАГИНА,
М.С. БОГАТЫРЕВА, Н.А. СМІРНОВА, С.Е. ПРОТАЛИНСКИЙ*

*M.A. MARINKINA, M.V. ZIMINA, L.L. CHAGINA,
M.S. BOGATYRYOVA, N.A. SMIRNOVA, S.E. PROTALINSKY*

(Костромской государственной университет)

(Kostroma State University)

E-mail: lyu-chagina@yandex.ru

Одним из наиболее значимых показателей качества компрессионных изделий является сохранение первоначального состояния и обеспечение заданного уровня компрессии при эксплуатации. В статье предложен метод и инструментальное обеспечение, позволяющие оценить давление, оказываемое компрессионными изделиями на тело человека в процессе носки. Представлено описание и суть определения изменения давления изделия на объект с использованием разработанного устройства. Отличительной особенностью предлагаемого решения является возможность определения потенциального периода сохранения первоначальных компрессионных свойств, что обеспечивает прогнозирование качества и срока эксплуатации изделий. Для оценки релаксационных процессов, возникающих при эксплуатации компрессионных изделий, в разработанной методике применена теория вязкоупругости. Кривые релаксации являются источником получения информации о поведении полотен при их эксплуатации и позволяют спрогнозировать изменение первоначального уровня давления. Для определения компрессионных свойств трикотажных изделий предложены новые показатели: скорость изменения нагрузки; время потенциального сохранения напряжений в полотне; предел релаксационной способности материала.

Предлагаемый метод апробирован для оценки изменения давления спортивных льняных компрессионных биндажей на ногу до и после мокрых обработок. Для испытаний выработаны льняные трикотажные полотна переплетением ластик с вложением и без вложения полиуретановых нитей. Результаты исследований доказывают возможность прогнозирования компрессионных свойств изделий и срока службы, определяемых способностью оказывать заданный уровень давления.

One of the most significant indicators of the quality of compression products is maintaining the initial condition and ensuring a given level of compression during operation. The article proposes a method and tools that allow assessing the pressure exerted by compression products on the human body during the sock process. Description and essence of determination of product pressure change on the object using the developed device are presented. A distinctive feature of the proposed solution is the possibility of determining the potential period of preservation of initial compression properties, which provides the possibility of predicting the quality and life of products. To evaluate the relaxation processes arising during the operation of compression products, the theory of viscoelasticity was applied in the developed method. Relaxation curves are a source of information about the behavior of webs during their operation and allow you to predict the change in the initial pressure level. To determine the compression properties of knitted products, new indicators are proposed: the rate of load change; time of potential preservation of stresses in the canvas; the relaxation capacity limit of the material. The proposed method is tested for assessment of change of pressure of sports linen compression bands on leg before and after wet treatments. For testing, linen knitted webs were produced by weaving erasers with and without embedding polyurethane threads. The results of studies prove the possibility of predicting the compression properties of products and the service life determined by the ability to exert a given pressure level.

Ключевые слова: трикотажные компрессионные изделия, метод, устройство, давление, релаксационный процесс.

Keywords: knitted compression products, method, device, pressure, relaxation process.

Качество компрессионных изделий определяется способностью поддерживать требуемый уровень давления. Существуют различные методы для измерения и контроля контактного давления, вызываемого компрессионной одеждой. Для сенсорной оценки давления используются датчики различных типов, устройства, основанные на механическом принципе работы. Применяются системы датчиков, позволяющие выводить результаты на компьютер и измерять распределение давления в различных условиях испытания, например, при совершении человеком повторяющихся движений [1]. Прямые методы позволяют получить более точные результаты, но могут яв-

ляться причиной беспокойства испытуемого. Существуют методы оценки давления компрессионных изделий, использующие устройства (динамометры, тензометры, тензорезисторы) для измерения зависимости "нагрузка – удлинение". Российскими учеными предложены методы прогнозирования компрессионного давления, учитывающие зависимости между усилиями растяжения, действующими в текстильных оболочках, и возникающими под оболочками [2...4]. Для повышения эффективности определения давления компрессионных изделий на тело учитывают кривизну поверхности фигуры человека в продольных и поперечных сечениях [5]. В ис-

следовании [6] для оценки давления одежды посредством деления натяжения ткани в соответствии с радиусом кривизны поверхности тела применен закон Лапласа. Энергетический метод, представленный в [7], основан на законе сохранения энергии. Минусом математических методов является значительное количество косвенных измерений. Для них целесообразна автоматизация процесса. В моделирующих методах реализуется имитация структуры материала с применением контактной механики [8], приравнивание структуры ткани к системе масс и пружин. В биомеханических моделях, исследующих динамическое давление на тело человека, изделия смоделированы как тонкие эластичные оболочки со свойствами линейных материалов [9]. На значения давления, оказываемого изделием на тело человека, значительное влияние оказывают свойства материалов [10], конструкция одежды [11], форма тела человека и другие факторы.

Существующие методы измерения давления позволяют получить результаты при статическом положении упругой оболочки. В то же время известно, что компрессионные изделия под действием постоянных эксплуатационных нагрузок теряют первоначальную форму, изменяется структура полотен, используемых для их изготовления. Данные факторы негативно сказываются на способности изделий оказывать на тело человека необходимый в соответствии с их назначением уровень давления [12]. В ряде научных работ затрагивается вопрос важности учета релаксационных свойств, как показателей, формирующих качество изделий компрессионного назначения [13...16]. При ослаблении давления на тело человека компрессионное изделие перестает оказывать лечебное или профилактическое воздействие, что может привести к усугублению заболевания.

Методы

Проведенный анализ существующих методов измерения давления компрессионных изделий на тело человека показал, что актуальным направлением в исследуемой сфере является разработка методов, позво-

ляющих оценить изменение давления с течением времени под воздействием эксплуатационных нагрузок и, следовательно, определить потенциальный период сохранения первоначальных компрессионных свойств изделия.

Отличительной особенностью предлагаемого метода является воспроизведение реального процесса компрессионного воздействия изделий на тело человека и повышение объективности результатов за счет учета фактора времени эксплуатации изделия. Указанный результат достигается путем создания на изделие постоянной растягивающей нагрузки, моделирующей соответствующую эксплуатационную нагрузку.

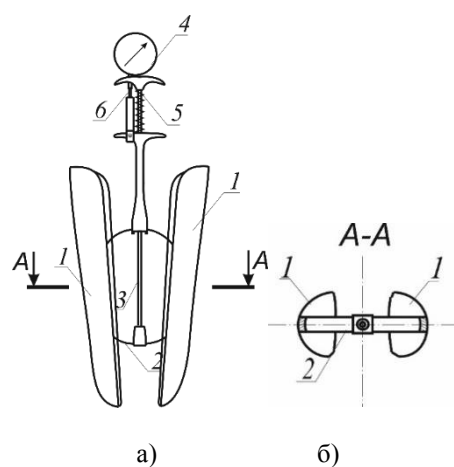


Рис. 1

Для исследования изменения давления компрессионных изделий на тело человека разработано устройство (рис. 1 — схема устройства для определения изменения давления изделий на объект; а — вид спереди; б — вид сверху; 1 — пластины; 2 — пружина; 3 — рычаг; 4 — датчик; 5 — дополнительная пружина; 6 — чувствительный элемент датчика), удовлетворяющее следующим требованиям:

- максимальное приближение формы устройства к форме тела человека;
- возможность измерения давления с учетом изменения деформационных свойств материала в любой момент времени эксплуатации изделия;
- получение информации для прогнозирования поведения полотна во время эксплуатации изделия и срока его службы,

определяемого способностью оказывать заданный уровень давления.

Конструктивно устройство состоит из рабочей части, повторяющей форму голени человека. В состав рабочей части входят две пластины 1, соединенные друг с другом пружинным элементом 2, растягивающим пластины в противоположных направлениях.

Пружинный элемент связан с рычагом 3, передающим усилие датчику 4. При сжатии пластин рычаг поднимается, надавливая на чувствительный элемент 6 датчика 4. При снятии нагрузки пружинный элемент возвращает пластины в исходное состояние. Для случаев, когда пружинный элемент не способен оказывать достаточное растягивающее усилие для возвращения

пластин в исходное состояние, между рукоятью и датчиком устанавливается дополнительная пружина 5.

Суть определения изменения давления изделия на объект с использованием разработанного устройства заключается в следующем. Трикотажное изделие располагается на устройстве, и на датчике фиксируется первоначальный уровень нагрузки изделия на рабочую часть (в дальнейшем нагрузки). Далее через установленные промежутки времени снимаются показания нагрузки с датчика. Измерения производятся до тех пор, пока значения нагрузки не перестанут изменяться. Далее изделие снимается с формы.

Расчет давления осуществляется по формуле Филатова [17]:

$$P = \frac{E_1}{R_1 \ell_2} \frac{100(X_1 + \Pi X_2)}{100 + X_2} \frac{100}{100 - \Pi X_2} + \frac{E_2}{R_2 \ell_1} \frac{100(X_2 + \Pi X_1)}{100 + X_1} \frac{100}{100 - \Pi X_1}, \quad (1)$$

где P – давление изделия на объект, Н/мм²; E_1, E_2 – жесткость при растяжении вдоль петельных столбиков и вдоль петельных рядов соответственно, Н/мм; R_1, R_2 – радиусы кривизны тела, мм; ℓ_1 – длина пробы, мм; ℓ_2 – расстояние между линиями c_1 и c_2 , мм; Π – условный коэффициент Пуассона; X_1, X_2 – относительная деформация вдоль петельных столбиков и вдоль петельных рядов соответственно, %.

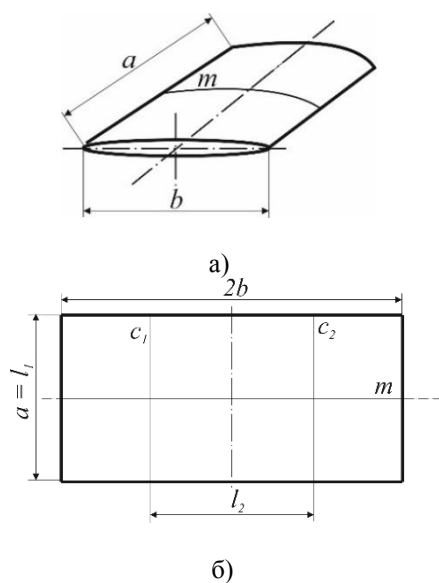


Рис. 2

На рис. 2 изображена схема пробы, где a – трехмерное изображение пробы; b – развертка пробы.

Для проведения исследований используются пробы цилиндрической формы (рис. 2-а). Параметр a равен 100 мм, параметр b выбирается в соответствии с необходимым уровнем первоначального давления, оказываемого пробой на устройство. На пробу наносятся линии середины m , а также линии c_1 и c_2 вдоль петельных столбиков на расстоянии ℓ_2 друг от друга, равном 100 мм (рис. 2-б), необходимые для расчета давления по формуле В.Н. Филатова. При ширине b , равной 50 мм, линии не наносятся, а за значение ℓ_2 в формуле (1) принимается величина $2b$.

Результаты.

Предлагаемый метод апробирован для оценки изменения давления спортивных льняных компрессионных биндажей на ногу. Для испытаний выработаны льняные трикотажные полотна переплетением ластик 2+2 с вложением и без вложения полиуретановых (ПУ) нитей.

При расчете жесткости при растяжении вдоль петельных рядов (табл. 1 – характеристики свойств для расчета жесткости при

растяжении полотен вдоль петельных столбиков) использовались данные нагрузки и удлинения, полученные в ходе эксперимен-

тальных исследований на разработанном устройстве.

Таблица 1

Льняное трикотажное полотно с полиуретановыми нитями						Льняное трикотажное полотно без полиуретановых нитей					
удлинение полотна ϵ_i , мм		нагрузка σ_i , мН		жесткость полотна при растяжении E_i , мН/мм		удлинение полотна ϵ_i , мм		нагрузка σ_i , мН		жесткость полотна при растяжении E_i , мН/мм	
обозначение	величина	обозначение	величина	обозначение	величина	обозначение	величина	обозначение	величина	обозначение	величина
ϵ_0	0	σ_0	0	E_0	0	ϵ_0	0	σ_0	0	E_0	0
ϵ_1	10	σ_1	1600	E_1	160	ϵ_1	10	σ_1	1940	E_1	194
ϵ_2	20	σ_2	2600	E_2	130	ϵ_2	20	σ_2	2640	E_2	132
ϵ_3	30	σ_3	3600	E_3	120	ϵ_3	30	σ_3	4350	E_3	145
ϵ_4	40	σ_4	6000	E_4	150	ϵ_4	40	σ_4	6600	E_4	165

Жесткость при растяжении вдоль петельных столбиков определялась путем растяжения прямоугольных проб, изготовленных из того же полотна, что и цилиндрические пробы, по методике В.Н. Филатова [5] (табл. 1). Радиус кривизны рабочей части устройства определялся методом геометрических построений. Полученная кривая разбивалась на несколько участков для определения радиуса кривизны (рис. 3 – поперечное сечение рабочей части прибора). Далее рассчитывался средний радиус кривизны для кривой.

Для прогнозирования изменения компрессионных свойств изделия в процессе эксплуатации в методике предусмотрена мокрая обработка проб и повторное проведение испытаний после стирок. Результаты

исследований (табл. 2) показали, что после мокрых обработок пробы оказывают на устройство давление, соответствующее той же группе, что и до мокрых обработок: образцы № 1,6,7 – профилактической группе по Филатову В.Н. [5], остальные – комфортной.

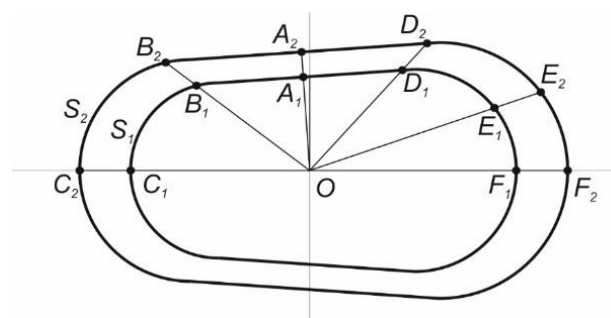


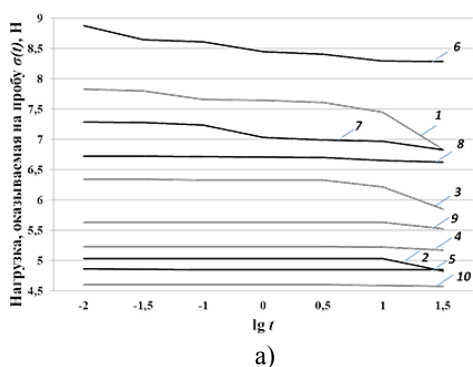
Рис. 3

Таблица 2

№ п/п	Вид полотна	Ширина, мм	Давление изделия на объект, кПа		Группа изделий по давлению [5]
			до мокрой обработки	после мокрой обработки	
1	Лен	50	1,922	2,034	Профилактические
2	Лен	55	1,237	1,129	Комфортные
3	Лен	60	0,956	1,276	Комфортные
4	Лен	65	0,784	1,070	Комфортные
5	Лен	70	0,702	0,916	Комфортные
6	Лен с п/у нитями	50	2,061	2,232	Профилактические
7	Лен с п/у нитями	55	1,332	1,448	Профилактические
8	Лен с п/у нитями	60	1,069	1,292	Комфортные
9	Лен с п/у нитями	65	1,922	1,284	Комфортные
10	Лен с п/у нитями	70	1,237	0,758	Комфортные

До мокрых обработок проб наблюдается обратная зависимость величины давления от длины поперечного сечения проб. После мокрых обработок давление, оказываемое пробами с полиуретановыми нитями, сохраняет свою зависимость от длины поперечного сечения. В то же время значения давления проб с полиуретановыми нитями менее предсказуемы, что говорит о потере качества полотна.

На рис. 4 представлены зависимости нагрузки, оказываемой на пробы, от времени испытания до (а) и после (б) мокрых обработок (льняные пробы без п/у нитей: 1



– шириной 50 мм; 2 – шириной 55 мм; 3 – шириной 60 мм; 4 – шириной 65 мм; 5 – шириной 65 мм; 6 – шириной 50 мм; 7 – шириной 55 мм; 8 – шириной 60 мм; 9 – шириной 65 мм; 10 – шириной 65 мм). В ходе экспериментальных исследований на разработанном устройстве длина поперечного сечения изделий изменялась менее чем на 1%. Данная величина является незначительной, длина поперечного сечения проб принята в качестве константы. Это свидетельствует о том, что процесс деформирования проб подчиняется законам релаксационных процессов.

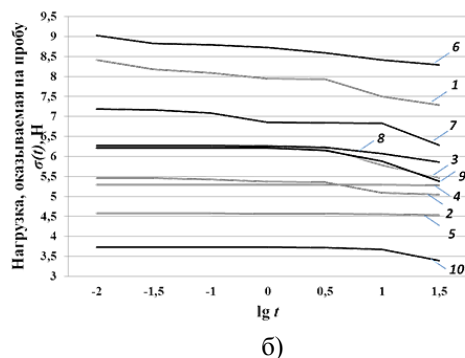


Рис. 4

Для оценки релаксационных процессов, возникающих при эксплуатации компрессионных изделий в разработанной методике использована теория вязкоупругости, широко распространенная при анализе процессов релаксации пряжи и нитей. Возможность применения базовых положений теории наследственной вязкоупругости для трикотажных компрессионных изделий ранее была подтверждена [18]. В качестве источника получения информации о поведении полотен при их эксплуатации и определении изменения первоначального уровня давления в методике используются кривые релаксации. Для оценки компрессионных свойств трикотажных изделий предложены новые показатели: скорость изменения нагрузки; время потенциального сохранения напряжений в полотне; предел релаксационной способности материала [18]. Применение данных показателей позволяет оценить характер поведения изделия при релаксации полотна, используемого при его изготовлении, прогнозировать длитель-

ность сохранения давления изделия на тело человека в соответствии с его назначением, сравнить поведение различных изделий под действием растягивающих эксплуатационных нагрузок.

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод определения давления компрессионных изделий на тело человека с учетом реологических свойств полотен и устройство для его реализации.
2. Для оценки компрессионных свойств трикотажных изделий предложены новые показатели: скорость изменения нагрузки; время потенциального сохранения напряжений в полотне; предел релаксационной способности материала.
2. Преимуществом метода является возможность прогнозирования компрессионных свойств изделий и срока службы, определяемых способностью оказывать заданный уровень давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mann R., Yeong E.K., Moore M.L., Engraph L.H. A new tool to measure pressure under burn garments // *The Journal of Burn Care & Rehabilitation*. – 18(2), 1997. P.160...163.

2. Корнилова Н.Л. Теоретические основы и методическое обеспечение процессов проектирования и изготовления функционально-эргономичных корсетных изделий: Дис.... докт. техн. наук.– Иваново, 2011.

3. Назаревич М.С., Сурженко Е.Я., Васильева В.В., Цобкалло Е.С. Исследование растяжимости и удельных нагрузок трикотажных полотен для расчета параметров моделирующих изделий с заданным уровнем давления на поверхность женской фигуры. // *Изв. вузов. Технология легкой промышленности*. – 2018. Т. 40, № 2. С. 43...49.

4. Кузьмичев В.Е., Чен Ч., Го М., Тисленко И.В. Экспериментальное обоснование прогнозирования компрессионного давления под трикотажной плотнооблегающей одеждой // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2016, №4. С.91...96.

5. Надежная Н.Л., Чарковский А.В. Метод расчета давления компрессионного трикотажного изделия // *Вестник Витебского гос. технолог. ун-та*. – 2012, № 1 (22). С.72...82.

6. Maklewska E., Nawrocki A., Ledwon J., Kowalewski K. Modelling and Designing of Knitted Products Used in Compressive Therapy // *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. – 14(5), 2006. P. 111...113.

7. Dias T., Yahathugoda D., Fernando A., Mukhopadhyay S.K. Modelling the interface pressure applied by knitted structures designed for medical-textile applications // *Journal of the Textile Institute Part 1: Fibre Science and Textile Technology*. – 94(3), 2003. P.77...86.

8. Provatidis C.G., Vassiliadis S.G., Anastasiadou E.A. Contact mechanics in two-dimensional finite element modelling of fabrics // *International Journal of Clothing Science and Technology*. – 17(1), 2005. P.29...40.

9. Liu R., Kwok Y.-L., Li Y., Lao T.-T., Zhang X., Dai X.Q. A three-dimensional biomechanical model for numerical simulation of dynamic pressure functional performances of graduated compression stocking (GCS) // *Fibers and Polymers*. – 7(4), 2006. P. 389...397.

10. Troynikov O., Ashayeria E., Burton M., Subic A., Alamb F., Marteauc S. Factors influencing the effectiveness of compression garments used in sports // *Procedia Engineering*. – Vol.2, Is.2, 2010. P.282...2829.

11. Tyurin I.N., Getmantseva V.V. Analiz osobennostey konstruktivnogo resheniya sportivnoy odezhdy // *Sb. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i leg-koy promyshlennosti (Innovatsii-2016)*. – М., MGUDT, 2016. Chast' 1. S.242...245.

12. Маринкина М.А., Чагина Л.Л., Проталинский С.Е., Богатырева М.С. К вопросу учета стабильности нагрузки, оказываемой компрессион-

ными изделиями в процессе эксплуатации // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2015, № 5. С. 118...123.

13. Иванова З.Р. Разработка метода проектирования компрессорных изделий: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1997.

14. Дроботун Н.В. Разработка методов оценки упруго-релаксационных свойств высокоэластичного трикотажа и проектирования медицинских изделий компрессионного назначения: Дис....канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2009.

15. Seo H., Kim S., Cordier F., Hong K. Validating a cloth simulator for measuring tight-fit clothing pressure // *Proceedings of the 2007 ACM symposium on Solid and physical modeling*. – 2007. June 04 – 06. P.431...437.

16. Wang J.M., Luo X.N., Li Y., Dai X.Q., You F. The application of the volumetric subdivision scheme in the simulation of elastic human body deformation and garment pressure // *Textile Research Journal*. – 75(8), 2005. P. 591...597.

17. Филатов В.Н. Упругие текстильные оболочки. – М.: Легпромбытиздат, 1987.

18. Маринкина М.А., Богатырева М.С., Чагина Л.Л., Проталинский С.Е. Применение теории наследственной вязкоупругости для оценки изменения давления трикотажных компрессионных изделий // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2018, № 3. С. 126...131.

REFERENCES

1. Mann R., Yeong E.K., Moore M.L., Engraph L.H. A new tool to measure pressure under burn garments // *The Journal of Burn Care & Rehabilitation*. – 18(2), 1997. P.160...163.

2. Kornilova N.L. Teoreticheskie osnovy i metodicheskoe obespechenie protsessov proektirovaniya i izgotovleniya funktsional'no-ergonomichnykh korsetnykh izdeliy: Dis.... dokt. tekhn. nauk.– Ivanovo, 2011.

3. Nazarevich M.S., Surzhenko E.Ya., Vasil'eva V.V., Tsobkallo E.S. Issledovanie rastyazhimosti i udel'nykh nagruzok trikotazhnykh poloten dlya rascheta parametrov modeliruyushchikh izdeliy s zadannym urovnem davleniya na poverkhnost' zhenskoy figury. // *Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti*. – 2018. T. 40, № 2. S. 43...49.

4. Kuz'michev V.E., Chen Ch., Go M., Tislenko I.V. Eksperimental'noe obosnovanie prognozirovaniya kompressionnogo davleniya pod trikotazhnoy plotnooblegayushchey odezhdoy // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2016, №4. S.91...96.

5. Nadezhnaya N.L., Charkovskiy A.V. Metod rascheta davleniya kompressionnogo trikotazhnogo izdeliya // *Vestnik Vitebskogo gos. tekhnolog. un-ta*. – 2012, № 1 (22). S.72...82.

6. Maklewska E., Nawrocki A., Ledwon J., Kowalewski K. Modelling and Designing of Knitted Products

Used in Compressive Therapy // *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. – 14(5), 2006. P. 111...113.

7. Dias T., Yahathugoda D., Fernando A., Mukhopadhyay S.K. Modelling the interface pressure applied by knitted structures designed for medical-textile applications // *Journal of the Textile Institute Part 1: Fibre Science and Textile Technology*. – 94(3), 2003. P.77...86.

8. Provatidis C.G., Vassiliadis S.G., Anastasiadou E.A. Contact mechanics in two-dimensional finite element modelling of fabrics // *International Journal of Clothing Science and Technology*. – 17(1), 2005. P.29...40.

9. Liu R., Kwok Y.-L., Li Y., Lao T.-T., Zhang X., Dai X.Q. A three-dimensional biomechanical model for numerical simulation of dynamic pressure stocking functional performances of graduated compression stocking (GCS) // *Fibers and Polymers*. – 7(4), 2006. P. 389...397.

10. Troynikov O., Ashayeria E., Burton M., Subic A., Alamb F., Marteauc S. Factors influencing the effectiveness of compression garments used in sports // *Procedia Engineering*. – Vol.2, Is.2, 2010. P.282...2829.

11. Tyurin I.N., Getmantseva V.V. Analiz osobennostey konstruktivnogo resheniya sportivnoy odezhdy // *Sb. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (Innovatsii-2016)*. – M., MGUDT, 2016. Chast' 1. S.242...245.

12. Marinkina M.A., Chagina L.L., Protalinskiy S.E., Bogatyreva M.S. K voprosu ucheta stabil'nosti nagruzki, okazyvaemoy kompressionnymi izdeliyami v protsesse ekspluatatsii // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh*

Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, № 5. S. 118...123.

13. Ivanova Z.R. Razrabotka metoda proektirovaniya kompressornykh izdeliy: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – M., 1997.

14. Drobotun N.V. Razrabotka metodov otsenki uprugo-relaksatsionnykh svoystv vysokorastyazhimogo trikotazha i proektirovaniya meditsinskikh izdeliy kompressionnogo naznacheniya: Dis....kand. tekhn. nauk. – Sankt-Peterburg, 2009.

15. Seo H., Kim S., Cordier F., Hong K. Validating a cloth simulator for measuring tight-fit clothing pressure // *Proceedings of the 2007 ACM symposium on Solid and physical modeling*. – 2007. June 04 – 06. P.431...437.

16. Wang J.M., Luo X.N., Li Y., Dai X.Q., You F. The application of the volumetric subdivision scheme in the simulation of elastic human body deformation and garment pressure // *Textile Research Journal*. – 75(8), 2005. P. 591...597.

17. Filatov V.N. Uprugie tekstil'nye obolochki. – M.: Legprombytizdat, 1987.

18. Marinkina M.A., Bogatyreva M.S., Chagina L.L., Protalinskiy S.E. Primenenie teorii nasledstvennoy vyazkouprugosti dlya otsenki izmeneniya davleniya trikotazhnykh kompressionnykh izdeliy // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2018, № 3. S. 126...131.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологий, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 23.04.21.

УДК 667.01

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_67

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО СЖАТИЯ

DEVELOPMENT OF METHOD OF DEFORMATION OF BULK NON-WOVEN MATERIALS UNDER CYCLIC COMPRESSION CONDITIONS

А.И. ДЕРЯБИНА, Л.Н. ЛИСИЕНКОВА, С.В. КОННОВ

A.I. DERYABINA, L.N. LISIENKOVA, S.V. KONNOV

(Южно-Уральский государственный университет (НИУ) (филиал), г. Златоуст)

(The Zlatoust branch of The South-Ural State University)

E-mail: mivt@zb-susu.ru

В работе представлена новая методика прогнозирования свойств нетканых материалов в условиях циклического сжатия. Предложены новые показатели начальной и циклической сжимаемости для прогнозирования поведения материалов при циклическом сжатии. Для оценки объективности

методик проведен сопоставительный анализ характеристик свойств, полученных в условиях циклического сжатия материалов и при эксплуатации изделий. Представлена математическая модель деформации объемных нетканых материалов при циклическом сжатии, позволяющая прогнозировать параметры производства и эксплуатации нетканых материалов, при которых материалы остаются в упругом состоянии.

The paper presents a new technique for predicting the properties of nonwovens under cyclic compression. New indicators of initial and cyclic compressibility are proposed to predict the behavior of materials under cyclic compression. To assess the objectivity of the methods, a comparative analysis of the characteristics of the properties obtained under the conditions of cyclic compression of materials and during the operation of products was carried out. A mathematical model of the deformation of bulk nonwoven materials under cyclic compression is presented, which makes it possible to predict the parameters of production and operation of nonwoven materials at which the materials remain in an elastic state.

Ключевые слова: циклическое сжатие, деформация, эксплуатация.

Keywords: cyclic compressive, deformation, operation.

Для улучшения качества оценки показателей свойств объемных нетканых материалов необходимы методы и средства комплексной оценки характеристик деформации в условиях циклического сжатия. В настоящее время в основном применяются методы и средства, предназначенные для тканей и вязаных полотен [1]. Указанное выше существенно снижает качество и объективность количественной оценки свойств нетканых полотен.

Для объективного прогнозирования поведения объемных нетканых материалов в условиях производства и эксплуатации необходимы показатели, адекватно отражающие свойства материалов в условиях циклического сжатия.

Основным свойством объемных нетканых материалов при циклическом сжатии является деформация, для ее оценки необходимы количественные показатели толщины материалов до и после сжатия. Полная деформация и ее компоненты, позволяют прогнозировать поведение материалов при сжатии в условиях производства и эксплуатации швейных изделий.

Полную и остаточную деформацию можно характеризовать свойствами сжимаемости и упругости соответственно.

Показатели сжимаемости материалов при сжатии позволяют адекватно отражать поведение материалов в результате воздействия сжимающих усилий.

Цель работы заключалась в разработке методики оценивания деформации объемных нетканых материалов, обеспечивающих возможность проведения испытаний, приближенных к реальным условиям основных этапов жизненного цикла материалов, а именно: производственным и эксплуатационным.

Преимущество разработанного устройства для реализации циклического сжатия не только в автоматическом режиме реализации испытаний, измерений с помощью фотодатчиков, но также в возможности оценки деформации при различных условиях сжатия (стесненное или свободное) и внешней среды (влажность, тепло), применении отличающихся по форме съемных наконечников индентора [2]. Указанные достоинства обеспечивают, с одной стороны, объективность и точность измерения показателей, с другой – позволяют изучать сжимаемость и оценивать динамику изменения данного показателя при различных задаваемых внешних факторах.

Для прогнозирования поведения нетканых объемных материалов при производстве и эксплуатации разработана методика комплексной оценки их показателей свойств. Сущность методики заключается в использовании комплекса показателей, характеризующих деформацию и изменение размеров и формы материалов при сжатии: предельная сжимаемость, циклическая сжимаемость, показатели сжимаемости (технологичности).

Коэффициент начальной сжимаемости $K_{сж}$ характеризует технологические свойства материалов и позволяет выбирать наиболее оптимальные методы обработки деталей и узлов изделия или способы ухода за изделиями при эксплуатации:

$$K_{сж} = C_2 / C_1. \quad (1)$$

В качестве базового показателя сжимаемости берется показатель C_1 , который рассчитывается по полученным экспериментальным данным исследования деформации в условиях циклического свободного сжатия в кондиционных условиях [3]:

$$C_1 = 100 (\delta_0 - \delta_{сж}) / \delta_0, \quad (2)$$

где δ_0 , $\delta_{сж}$ – толщина пробы до сжатия, при сжатии соответственно, мм.

Показатель сжимаемости C_2 сравнивается с базовым показателем C_1 и в зависимости от технологических операций формования, прессования, выбора конструкции изделия, условий обработки определяется по формуле (2) по результатам испытания проб в кондиционном или влажном состоя-

ниях, стесненного или свободного сжатия соответственно.

Циклическая сжимаемость $C_{ц}$ материала учитывает релаксационный характер изменения толщины во время нагрузки (отдыха) и поэтому является более объективной характеристикой сжимаемости, определяемой в период отдыха пробы при установлении релаксационного равновесия (при последнем измерении);

$$C_{ц} = L_0 - L_{ц} = h_i, \quad (3)$$

где L_0 – толщина пробы до сжатия, мм; $L_{ц}$ – толщина материала после воздействия периода сжатия, мм; h_i – последнее измерение величины деформации сжатия пробы в период отдыха, мм.

Показатель остаточной сжимаемости $C_{ц}$ характеризует "податливость" материалов при сжатии и обратное этому свойству проявление – упругость, то есть способность материала сопротивляться сжимающей нагрузке.

На основе показателя остаточной сжимаемости $C_{ц}$ определены группы сжимаемости (табл. 1), и с учетом коэффициента начальной сжимаемости $K_{сж}$ разработана методика оценки сжимаемости материалов для одежды в условиях непредельных циклических нагрузок. Применение методики позволило разработать практические рекомендации по проектированию конкретных моделей изделия (силуэтные варианты); определить рациональные способы выполнения технологических операций и прогнозировать условия эксплуатации и ухода за изделиями.

Т а б л и ц а 1

Показатель	Группа сжимаемости	
	1 (среднесжимаемые, нетканые полотна, скрепленные механическим способом)	2 (сильносжимаемые, объемные, термоскрепленные полотна)
Остаточная сжимаемость после 100 циклов сжатия $C_{ц}$, %	10...20	Более 20
Образцы материалов	1,2,3	4,5,6,7

Для оценки объективности методик проведен сопоставительный анализ характеристик свойств, полученных в условиях

циклического сжатия материалов и при эксплуатации изделий. Графо-аналитическим способом установлено, что величина коэф-

фициента подобия между результатами деформации материалов при сжатии и эксплуатации равна 15.

На основе групп сжимаемости материалов разработаны рекомендации для рационального выбора материалов швейного производства верхней одежды (табл. 2).

Практическое применение методики позволяет повысить объективность оценки свойств материалов для разработки рекомендаций по выбору материалов в пакет изделия.

Таблица 2

Группа сжимаемости	Рекомендации по выбору			
	материалов (пакетов) для моделей одежды	силуэта, формы, прибавок, конструктивному решению, формообразованию	технологических обработок (способы формозакрепления, параметры прессования, соединения, влажно-тепловых обработок)	способа хранения, ухода за изделием
1	В качестве утепляющего материала для мужских и женских п/пальто	Полуприлегающий прямой силуэт малого, среднего объема, подкладка отлетная	Влажно-тепловая обработка не рекомендуется	Хим. чистка, хранение и сушка в расправленном виде
2	В качестве утепл. материала мужских и женских курток, комбинезонов, жилетов	Полуприлегающий прямой силуэт малого, среднего объема, простегивание, подкладка неотлетная	Влажно-тепловая обработка не рекомендуется	Хим. чистка, хранение и сушка в расправленном виде

ВЫВОДЫ

1. Предложен комплекс показателей сжимаемости материалов, характеризующих деформацию и изменение размеров материалов при воздействии факторов производства и эксплуатации: предельная сжимаемость, циклическая сжимаемость, показатели сжимаемости (технологичности), коэффициент начальный. Разработаны методики оценки указанных показателей в условиях циклического сжатия на разработанном устройстве.

2. Разработана методика комплексной оценки показателей сжимаемости нетканых утепляющих материалов для прогнозирования их поведения при производстве и эксплуатации одежды. На основе экспериментальных исследований деформации объектов в условиях циклического сжатия разработана градация утепляющих нетканых объемных материалов на две группы сжимаемости (1 – средняя, 2 – высокая).

3. Разработаны практические рекомендации для швейного производства по рациональному выбору объемных утепляющих нетканых материалов в пакет изделия, технологической обработке, условиям эксплуатации одежды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н. Исследование деформации волокнисто-сетчатых материалов методом циклического сжатия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1. С.32...36.
2. Патент на полезную модель Российская Федерация № 144579 U1, МПК G01N 3/08 Устройство для определения деформации текстильных материалов при сжатии / А.И. Дерябина, Л.Н. Лисиенкова, Е.А. Трофимов, Ю.С. Мязина – Заявка №2014115352/28; заявл. 16.04.2014; опубл. 27.08.2014.
3. Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н., Тарасова О.Ю. Моделирование деформации волокнисто-сетчатых материалов при циклическом сжатии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 3. С. 29...34.

REFERENCES

1. Deryabina A.I., Lisienkova L.N. Issledovanie deformatsii voloknisto-setchatykh materialov metodom tsiklicheskogo szhatiya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, №1. S.32...36.
2. Patent na poleznuyu model' Rossiyskaya Federatsiya № 144579 U1, MPK G01N 3/08 Ustroystvo dlya opredeleniya deformatsii tekstil'nykh materialov pri szhatii / A.I. Deryabina, L.N. Lisienkova, E.A. Trofimov, Yu.S. Myazina – Zayavka №2014115352/28; zayavl. 16.04.2014; opubl. 27.08.2014.

3. Deryabina A.I., Lisienkova L.N., Tarasova O.Yu. Modelirovanie deformatsii voloknisto-setchatykh materialov pri tsiklicheskom szhatii // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2015, № 3. S. 29...34.

Рекомендована кафедрой математики и вычислительной техники. Поступила 26.05.21.

УДК 677.1/5:677.1/2:677.11:677.12:579:579.66
DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_71

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ АНТИМИКРОБНОГО ДЕЙСТВИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СКРИНИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

METHOD FOR EVALUATING THE ANTIMICROBIAL EFFECT OF FIBROUS MATERIALS IN SCREENING STUDIES

О.Ю.КУЗНЕЦОВ, Т.А. ШУТОВА, А.В. СТАРШОВА, И.А.НАВАРРСКАЯ, М.Г. ГОЛОВЛЕВ
O.YU. KUZNETSOV, T.A. SHUTOVA, A.V. STARSHOVA, I.A. NAVARRSKAYA, M.G.GOLOVLYEV

(Ивановская государственная медицинская академия,
ООО "Кашинский Льнокомбинат")

(Ivanovo State Medical Academy,
LLC "Kashinsky Flax Factory")

E-mail: olegkuz58@ya.ru

В статье представлены теоретические и экспериментальные данные о возможности быстрого определения антимикробного действия волокнистых материалов при получении новых модификаций с целью улучшения и сохранения оптимальных свойств. В работе была использована оригинальная нефелометрическая методика определения реакции популяции микроорганизмов после их прямого контакта с исследуемыми образцами различных волокнистых материалов. Были использованы различные тест-культуры микроорганизмов: Escherichia coli, Staphylococcus aureus и грибы рода Candida (C. albicans). Полученные результаты оценены по воспроизводимости, что показало возможность применения разработанной методики для проведения скрининговых исследований по определению антимикробного воздействия без больших трудозатрат, которые сопровождают подобные микробиологические исследования.

The article presents theoretical and experimental data on the possibility of rapid determination of the antimicrobial action of fibrous materials during the preparation of new modifications in order to improve and maintain optimal properties. In this paper, a new nephelometric method was used to determine the reaction of a population of microorganisms after their direct contact with the samples of various fibrous materials under study. Different test cultures of microorganisms were used: Escherichia coli, Staphylococcus aureus and fungi of the genus Candida (C. albicans). The results obtained were evaluated for reproducibility, which showed the

possibility of using the developed technique for screening studies to determine antimicrobial effects without the large labor costs that accompany such microbiological studies.

Ключевые слова: микроорганизмы, антимикробное действие, волокнистые материалы.

Keywords: microorganisms, antimicrobial action, fibrous materials.

Цель исследования состояла в разработке методики по оценке антимикробной активности волокнистых материалов, которые возможно применить для проведения большого количества экспериментов сравнения в скрининговых исследованиях [1], [2] по созданию модификаций волокнистых материалов текстильного производства. В настоящей работе были поставлены следующие задачи – разработка и унификация методики выполнения оценки антимикробного воздействия, апробация данной методики, определение воспроизводимости получаемых данных в независимых экспериментах.

В качестве тест-культур микроорганизмов использовали следующие микробные культуры: *Escherichia coli* штамм M-17, *Staphylococcus aureus* 6538-P ATCC=209-P FDA и дрожжеподобные микроскопические грибы *Candida albicans* CCM 8261 (ATCC 90028). Для культивирования микроорганизмов была использована жидкая питательная среда – мясо-пептонный бульон (МПБ). В экспериментах по оценке эффекторного воздействия на микроорганизмы в каждую пробирку с 9 мл МПБ вносили навеску волокнистого материала - 0,25 г. Посев тест-культур выполняли в объеме 10 мкл на экспериментальную пробирку. Все посевы помещали в термостат на 24 ч при температуре 37° С. После этого проводили нефелометрические замеры оптической проницаемости (зеленый светофильтр - 540 нм, кювета объемом 3 мл), данные которой потом были пересчитаны в оптическую плотность. Статистические расчеты были выполнены в таблицах Excel, что позволяет получить ответ по оценке антимикробного действия конкретного образца волокнистого материала при развитии определенной тест-культуры микроорганизмов.

Текстильные материалы могут оказывать воздействие на жизнеспособность микроорганизмов. Это обычно выполняют либо путем нанесения микробов и их последующей экспозиции с последующей их отмывкой с данного носителя и высева на питательные среды, либо расположения тестируемых образцов материалов на посевах микробных культур, выполненные по методу "газона". При этом надо учитывать, что довольно сложно исследовать антимикробную активность волокнистых материалов, поскольку они представлены отдельными переплетенными нитями, формирующими исследуемый образец. Эти образцы трудно распределить на агаризованной поверхности питательной среды для контакта с засеянной тест-культурой микроорганизмов, чтобы затем метрологически достоверно и правильно оценить результаты физиологической реакции микробов. Данный метод не позволяет определить наличие стимуляции роста микробной культуры. Для выполнения большого количества экспериментов по оценке антимикробного воздействия волокнистых материалов нами был разработан и апробирован новый метод оценки антимикробного действия (АМД) волокнистых материалов (ВМ) с использованием нефелометрического метода определения для скрининговых исследований.

Предлагается использовать для оценки эффективности установление коэффициента пропускания раствора с последующим расчетом оптической плотности (ОП) и сравнением результатов относительно контролей роста тест-культуры без присутствия образца различных ВМ. Общий расчет по предложенному методу представлен на рис. 1. Точное представление точек относительно друг друга условно.

На рис. 1: А – коэффициент пропускания образца – контроль роста микробной культуры без внесения любых других компонентов (контроль); В – коэффициент пропускания образца – контроль питательной среды (чистая среда без внесения в нее тестируемого объекта); С – коэффициент пропускания образца – контроль питательной среды с внесенным в нее тестируемым образцом; D – коэффициент пропускания образца – рост культуры микробов в присутствии тестируемого образца волокнистого материала.

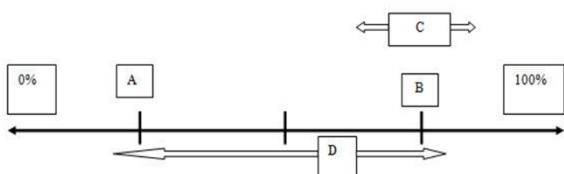


Рис. 1

Расчет антимикробного воздействия проводится с учетом следующих моментов.

I. При рассмотрении возможных вариантов присутствия тестируемого образца в питательной среде без присутствия микроорганизмов в среде культивирования возможны следующие варианты.

1. В случае, если $B=C$, то из объекта не происходит никакого выхода веществ в питательную среду.

2. В случае, если $B>C$, то происходит адсорбция веществ среды тестируемым образцом волокнистого материала.

Таким образом есть возможность доказать, что в случае (1-2), где $B \geq C$, регистрируется адсорбция среды тестируемым образцом волокнистого материала.

3. В случае, если $C < B$, то происходит ресорбция веществ из тестируемого образца волокнистого материала и увеличивается мутность среды.

Оптимально оценивать действие образца волокнистого материала, когда не происходит значительной ресорбции веществ из объекта.

II. При наличии в питательной среде тестируемого образца волокнистого мате-

риала и микробной культуры точка D может находиться как слева от точки A ($D < A$), так и справа ($D > A$):

В данном случае: 1. Если $D < A$, то происходит рост микробной культуры

2. Если $D > A$, то ингибирование микробной культуры.

При использовании такого подхода в изучении АМД тестируемого образца ВМ возможно количественно определить степень воздействия на микробную культуру образца в процентах, что позволяет сравнивать полученные модификации образцов волокнистого материала между собой по АМД и быстро выполнить скрининговые исследования по эффекторному действию ВМ на микробы.

Для подтверждения возможности использования разработанной методики оценки антимикробного действия были выполнены эксперименты по ее апробации и оценке воспроизводимости.

Полученные данные представлены в табл. 1. Воспроизводимость методики оценивали по коэффициенту вариации (CV) данных измерений оптической плотности для микробных культур, поскольку известно, что если CV для выборки менее 33%, то совокупность чисел в ней – однородная. В целом установлено, что во всех экспериментах с использованием данной методики CV не превышает значений в 7%, что свидетельствует о высокой однородности (воспроизводимости) полученных данных.

Полученные данные по оптической плотности свидетельствуют, что использованные в эксперименте волокна оказывают АМД на тест культуры микроорганизмов различное воздействие. Культура *E.coli* ингибируется примерно одинаково (льняное волокно – 14%, пеньковое – 15%). Культура *S.aureus* ингибируется в большей степени при использовании волокна льняного (52%), чем волокна пенькового (1%). АМД ВМ также ингибирует культуру *C.albicans* (льняное волокно -15% и пеньковое волокно - 22%).

Образец (n=10)	Культура микроорганизмов					
	E.coli		S.aureus		C.albicans	
	Оптическая плотность D M±m	CV, %	Оптическая плотность D M±m	CV, %	Оптическая плотность D M±m	CV, %
Волокно льняное	0,155±0,002 σ = 0,007	4,56	0,118±0,001 σ = 0,004	3,1	0,184±0,002 σ = 0,006	3,4
АМД	-14%		-52		-15	
Волокно пеньковое	0,153±0,002 σ = 0,01	6,79	0,213±0,001 σ = 0,003	1,4	0,175±0,001 σ = 0,003	1,9
АМД	-15%		-1		-22	
Контроль среды	0,0271±0,0002 (M±m) σ = 0,001 CV% = 3					
Контроль роста культуры	0,181±0,003 σ = 0,008	1,9	0,215±0,001 σ = 0,004	0,8	0,214±0,002 σ = 0,004	1,3

Полученные данные позволяют определить наиболее эффективный ВМ в отношении определенной микробной культуры. Так, например, в наших экспериментах культуру золотистого стафилококка ингибируют волокна льняного материала, в то время как при использовании волокна пенькового ингибирующего воздействия в отношении данной микробной культуры практически не регистрируется. Наблюдается ингибирование развития бактерий *E.coli* (14-15%) и дрожжеподобных грибов рода *Candida* (15% для льняного волокна и 22% для пенькового волокна), причем регистрируется существенная разница в антимикробном воздействии различных ВМ.

Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных возможно определить не только антимикробную активность конкретных образцов ВМ в отношении определенных тест-культур микроорганизмов, но также оценить степень данного воздействия ВМ на тест-культуры различных микроорганизмов, что особенно важно при большом количестве испытуемых образцов ВМ.

ВЫВОДЫ

1. Теоретически обоснована методика оценки АМД ВМ при проведении скрининговых исследований при использовании различных микробных тест-культур.

2. При помощи предложенной методики установлено наличие различного АМД волокна льняного и пенькового, что дает возможность выбрать наиболее перспективный материал для его дальнейшего улучшения и последующего использования в производстве текстильных материалов.

3. Использование предложенной нами методики позволяет проводить скрининговые исследования при большом количестве экспериментальных образцов по оценке АМД ВМ с достаточной воспроизводимостью получаемых данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 32379–2013. Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Испытания по оценке репродуктивной токсичности (скрининговый метод).

2. Лиманский Е.С., Погорелова Е.С. Инструментальные методы скрининга биологической активности // Молодой ученый. – 2015, №11. С.497...499.

REFERENCES

1. GOST 32379–2013. Metody ispytaniya po vozdeystviyu khimicheskoy produktsii na organizm cheloveka. Ispytaniya po otsenke reproduktivnoy toksichnosti (skriningovyy metod).

2. Limanskiy E.S., Pogorelova E.S. Instrumental'nye metody skrininga biologicheskoy aktivnosti // Molodoy uchenyy. – 2015, №11. S.497...499.

Рекомендована кафедрой микробиологии и вирусологии ИГМА. Поступила 17.03.21.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРИСТОСТИ
НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ОДНОСЛОЙНЫХ
ВСПЕНЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА "НЕОПРЕН"**

**RESEARCH OF THE INFLUENCE OF POROSITY
ON THERMAL CONDUCTIVITY OF SINGLE-LAYER
FOAMED MATERIALS OF THE "NEOPRENE" TYPE**

*И.В. ЧЕРУНОВА¹, Е.Н. СИРОТА¹, С.Ш. ТАШПУЛАТОВ^{2,3},
Г.И. МАХМУДОВА⁴, З.У. ЗУФАРОВА², П.В. ЧЕРУНОВ¹, З.А. САБИРОВА²*

*I.V. CHERUNOVA¹, E.N. SIROTA¹, S.SH. TASHPULATOV^{2,3},
G.I. MAKHMUDOVA⁴, Z.U. ZUFAROVA²,
P.V. CHERUNOV¹, Z.A. SABIROVA²*

¹Донской государственный технический университет, г.Шахты, Российская Федерация,
²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
³Джизакский политехнический институт, Республика Узбекистан,
⁴Университет Дружбы народов имени академика А.Куатбекова, Республика Казахстан)

(¹Don State Technical University, Shakhty, Russian Federation,
²Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
³Jizzakh Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan,
⁴University of Friendship of Peoples after Academician A.Kuatbekov, Republic of Kazakhstan)

E-mail: i_sch@mail.ru, ssht61@mail.ru

В статье представлены результаты исследования влияния пористости на теплопроводность однослойных вспененных материалов типа "неопрен". Для этого выполнена оценка и определены температурные условия соленых и пресноводных водоемов как охлаждающие относительно физиологической нормы. Систематизированы методики определения теплопроводности вспененного неопрена, которые часто выполнялись при давлении, а окружающая среда для исследований использовалась жидкая. Проведены исследования микроструктуры неопрена. Установлены геометрические параметры пор на примере марки "NATIONAL". Проведены исследования и установлена зависимость теплопроводности современных материалов типа "неопрен" от пористости (без приложения давления к поверхности вспененных материалов, чтобы не деформировать их исходную пористость). Установленная зависимость является инструментом для управления целевым уровнем необходимой теплоизоляции проектируемого швейного изделия.

The article presents the results of a study of the influence of porosity on the thermal conductivity of single-layer foam materials of the "neoprene" type. For this, an assessment was made and the temperature conditions of salt and freshwater reservoirs were determined as cooling relative to the physiological norm. Methods for determining the thermal conductivity of foamed neoprene, which were often carried out at pressure, and the environment for research was used as a liquid, are systematized. Studies of the microstructure of neoprene have been carried out. The geometric parameters of the pores were determined using the example of the "NATIONAL" brand. Research has been carried out and the dependence of the thermal

conductivity of modern materials of the "neoprene" type on porosity has been established (without applying pressure to the surface of the foam materials in order not to deform their initial porosity). The established dependence is a tool for managing the target level of the required thermal insulation of the designed garment.

Ключевые слова: материал, пористый неопрен, пористая структура, синтетический хлоропреновый каучук, тепловой поток, образец неопрена, сезон погружений, окружающая среда, свойство, теплопроводность.

Keywords: material, porous neoprene, porous structure, synthetic chloroprene rubber, heat flux, neoprene sample, diving season, environment, property, thermal conductivity.

Подводные погружения предполагают использование человеком специальной одежды (гидрокостюм). Важные функции, которые должна выполнять такая одежда, и сложные многофакторные условия ее эксплуатации определяют высокие требования к материалам для ее изготовления. Одним из факторов, определяющих характеристики применяемых материалов, является температура среды эксплуатации. Для гидрокостюмов – это водная среда различных водоемов и глубин.

Для подводных погружений представляют интерес водоемы всех типов, включая моря, озера и реки. С целью оценки водных условий для различных видов дайвинга были изучены параметры температуры воды соленых и пресноводных водоемов во время сезонных погружений. Это позволило установить, что средние значения температуры воды для соленых водоемов в сезон погружений колеблются в интервале +8...+29°C, для пресных водоемов в зависимости от сезона погружений – в интервале +9...+25°C в период весна-осень и +1...+10°C в зимний период. То есть весь диапазон температур для пребывания человека в воде относится к пониженным температурам относительно нормальных физиологических условий [1]. Таким образом, можно определить охлаждение дайвера водой как один из первичных факторов, который требует соответствующей защиты человека, во многом определяемой свойствами материалов основной оболочки. Наибольшая степень зависимости тепловой безопасности человека под водой относится к гидрокостюмам так называемого

"мокрого" типа [2], когда поверхность тела человека покрыта почти полностью одним слоем основного материала, определяющим всю теплозащиту объекта за счет собственных свойств [3].

Основным типом специальных материалов для гидрокостюмов являются материалы класса – синтетический хлоропреновый каучук. Наиболее популярным типом такого материала, применяемого в производстве гидрокостюмов, является "неопрен" [4]. Однако расширяющийся ассортимент современных материалов такого типа для создания эффективной подводной одежды требует знаний об их свойствах, формируемых особой внутренней структурой.

Исследованием условий применения материалов типа "неопрен" для производства одежды занимаются как в России, так и за рубежом [5]. Авторы [6] в целях формирования пакета материалов для водозащитной спортивной одежды для двух образцов неопрена установили параметры влагопоглощения. В работах [3], [7] определены для некоторых материалов аналогичного типа характеристики устойчивости к разрывным нагрузкам, которые определяются их растяжимостью. Однако в системе обеспечения теплозащиты человека основные свойства, требующие особого внимания – теплофизические, среди которых теплопроводность имеет основное значение.

Для определения теплопроводности материалов типа "неопрен" используют методики, которые были изучены и систематизированы в табл. 1.

Таблица 1

Источник описания	Характеристики
[9]	Использование "испытательной установки под давлением". Измерения теплопроводности в гликолевой среде. Апробация методики на образцах толщиной 0,005...0,012 м
[10]	Барокамера для измерения теплопроводности. Градиент температур обеспечен за счет нагревателя и ледяной воды. Анализ основан на изменении объема образца при повышении давления. Апробация методики на образцах толщиной 0,003...0,006 мм
[11]	Градиент температуры создается за счет разницы температуры воды в резервуаре и воздуха за пределами резервуара. Датчик потока тепла крепится к образцу и измеряет тепловой поток
[8]	Измерение теплопроводности при гидростатическом сжатии в барокамере. Для создания градиента используются нагревательная и охлаждающая пластины. Измерение теплового потока с помощью измерителя теплового потока, помещенного между образцом и горячей пластиной. Показатели теплопроводности имеют цифровую форму представления. Апробация методики на образцах толщиной 0,005...0,012 м
DIN EN 14225-1:2005	Измерение теплопотерь в условиях с ограниченным движением воды. Измерение под водой при давлении осуществляется с помощью устройства с тепловой системой. Для измерения среднего значения температуры воды с двух сторон образца при сжатии используются тепловые датчики температуры (10 шт.)
[12]	Для определения теплопроводности используют холодную и горячую пластины под давлением. Контролируется усредненный тепловой поток в пяти точках. Апробация методики на образцах толщиной неопрена в соответствии с толщиной разных участков гидро

Рассмотренные методы определения теплопроводности вспененного неопрена выполнялись при давлении, а окружающая среда, в которой находились образцы неопрена, чаще жидкая. При этом данные об исходных свойствах неопренов в сухом состоянии остаются актуальными.

Базовые принципы методик экспериментального исследования теплопроводности неопрена отражены в [8]. Авторы исследовали существующие методы оценки теплопроводности вспененных материалов на основе теплопроводности газа и чистого каучукового компонента, а также пористости и формы клеток расчетным методом. Выполненные измерения теплопроводности пористого неопрена авторами [8] выполнялись при гидростатическом сжатии 1,3

МПа, после того как образец неопрена помещался между двумя пластинами. Установленные изменения теплопроводности пористого неопрена отобранных образцов продемонстрировали, что с увеличением гидростатического давления теплопроводность двух изученных материалов увеличивалась. Эти свойства определяются особенностями структуры неопренов. Пористость – одна из основных.

С целью исследования пористости современных вспененных материалов и ее геометрических параметров был систематизирован их ассортимент. В результате отобраны образцы высокой категории качества с точки зрения производителей одежды [3], представленные в табл. 2 (характеристики современных однослойных материалов типа "неопрен").

Таблица 2

Номер образцов	Марка неопрена	Толщина, м	Пористость, %
1	DAIWABO	0,00679	70,4816
2	NATIONAL	0,00713	74,1089
3	YAMAMOTO#38	0,00749	71,2305
4	DAIWABO	0,00862	70,8605
5	NATIONAL	0,00916	73,7639
6	YAMAMOTO#39	0,00964	76,8438
7	YAMAMOTO#38	0,01021	75,9460
8	YAMAMOTO#45	0,01111	81,3401

Толщина исследуемых образцов составила от 0,0068 до 0,01111 м. Общими характеристиками представленных образцов материалов является то, что они однослойные и имеют типичную для всех представленных вариантов структуру пор. Вспененная структура таких материалов является основой для формирования теплоизоляционных свойств, поэтому были проведены их микроструктурные исследования, результаты которых представлены на рис.1 (пористая структура однослойного вспененного материала – синтетический хлоропреновый каучук (неопрен) на примере марки "NATIONAL" при 500-кратном увеличении).

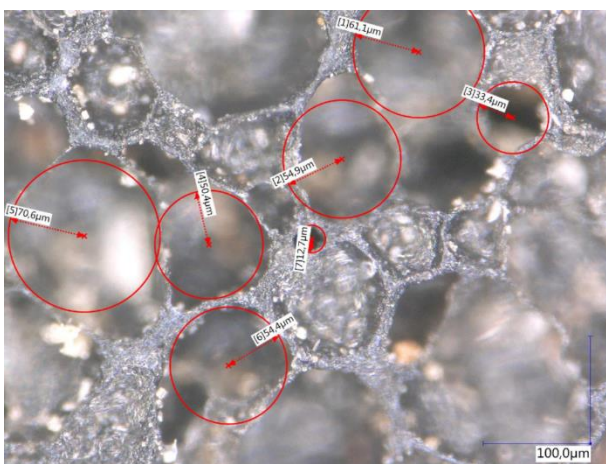


Рис. 1

Геометрический анализ типа и параметров пор в структуре объема неопрена позволил установить, что усредненные значения их диаметра имеют неконцентрированный диапазон и могут варьироваться по объему от 12 до 70 мкм и более. Результаты определения пористости исследуемых материалов представлены в табл. 1.

Влияние такой пористой структуры на теплопроводность современных материалов представляет большое значение, так как является основой для проектирования как самих гидрокостюмов, так и для создания материалов для них еще на этапе формирования параметров их пены. Поэтому проведенные исследования выполнены без приложения давления к поверхности вспененных материалов, чтобы не деформировать их исходную пористость.

Исследования проводили согласно методическим и техническим требованиям [8], [13] и условиям подготовки образцов по ГОСТ 29088–91 и 25015–2017. Для исследований использована экспериментальная установка, основанная на измерителе тепловых характеристик материалов и объектов ИТП-МГ4.03 "Поток". Температура окружающей среды в помещении во время проведения исследований составляла $23 \pm 2^\circ\text{C}$, относительная влажность $50 \pm 5\%$. Перед экспериментальными исследованиями образцы материалов с целью получения сухого образца выдерживались в эксикаторе. Далее принцип работы прибора по установлению теплопроводности вспененных материалов основан на измерении контактных температурных датчиков теплового потока и датчиков температуры. Градиент температур для измерения теплового потока через слой исследуемого материала составлял не менее 30°C . Результаты исследований представлены на рис. 2 (влияние пористости на теплопроводность однослойных вспененных материалов типа "неопрен").

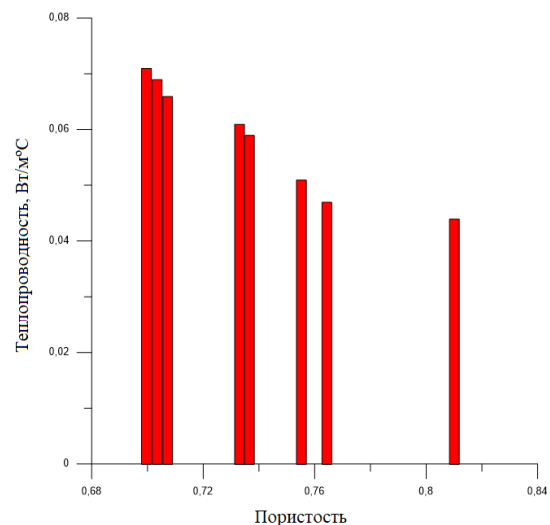


Рис. 2

ВЫВОДЫ

Установленная зависимость влияния параметров пористости однородных однослойных вспененных материалов на их теплопроводность является инструментом для управления целевым уровнем необходимой

теплоизоляции проектируемого швейного изделия еще на этапе технологического формирования структуры основных материалов за счет получения требуемых пор и соответствующей требуемой пористости. Полученные результаты являются важным звеном в развитии технологий проектирования материалов и изделий текстильной и легкой промышленности для рынка подводного снаряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков В.С., Сороко С.И. Физиологические основы жизнедеятельности человека в экстремальных условиях. – СПб: Политехника-принт, 2017.
2. Стенькина М.П., Черунова И.В., Сирота Е.Н. Исследование технологии локального обеспечения терморегуляции человека в плотнооблегающих швейных изделиях // Современные наукоемкие технологии. – 2014, № 4. С.121...123.
3. Сирота Е.Н., Черунова И.В. Исследование и учет свойств вспененных материалов одежды для эксплуатации в условиях высокого растяжения // Вестник технологического ун-та. – 2016. Т. 19, № 18. С.85...87.
4. Райц М.В., Бызова Е.В. "Неопрен". Сравнительный анализ материалов, представленных на российском рынке // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского гос. ун-та технологии и дизайна. – 2017, №3. С. 42...45.
5. Ghorbani E., Hasani H., Rafeian H., Hashemibeni B. Analysis of the Thermal Comfort and Impact Properties of the Neoprene-Spacer Fabric Structure for Preventing the Joint Damages // International Journal of Preventive Medicine. – Vol. 4, № 7, 2013. P.761...766.
6. Лядова А.С., Панкевич Д.К. Подбор пакета материалов для изготовления водозащитной спортивной экипировки // Мат. Междунар. научн.-технич. конф.: Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности, 21-22 ноября 2017 года. – Витебск, 2017. С.146...149.
7. Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю. Выбор статистических моделей и анализ сводных характеристик выборки для показателей качества саморегулируемых нетканых изоляционных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №6. С. 67...73.
8. Bardy E., Mollendorf J., Pendergast D. Thermal conductivity and compressive strain of foam neoprene insulation under hydrostatic pressure // Journal Of Physics: Applied Physics. – 2005. №38. P. 3832...3840. - doi:10.1088/0022-3727/38/20/009.
9. Norton M.P., Chan C.Y. Insulation properties of composite cell foamed materials suitable for wet suits // Applied Energy. – №12, 1982. P. 159...176.
10. West P.B. Empirical evaluation of diving wet suit material heat transfer and thermal conductivity

// Heat Transfer Engineering. – №14, 1993. P.74...80.

11. Monji K. Changes in insulation of wetsuits during repetitive exposure to pressure // Undersea Biomedical Research. – № 16, 1989. P.313...319.
12. Naebea M., Robinsb N., Wanga X., Collins P. Assessment of performance properties of wetsuits // Journal of Sports Engineering and Technology. – № 227, 2013. P. 255...264.
13. Осунова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. – М.-Л.: Энергия, 1964.

REFERENCES

1. Novikov V.S., Soroko S.I. Fiziologicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka v ekstremal'nykh usloviyakh. – SPb: Politekhnik-a-print, 2017.
2. Sten'kina M.P., Cherunova I.V., Sirota E.N. Issledovanie tekhnologii lokal'nogo obespecheniya termoregulyatsii cheloveka v plotnooblegayushchikh shveynykh izdeliyakh // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2014, № 4. S.121...123.
3. Sirota E.N., Cherunova I.V. Issledovanie i uchet svoystv vspenennykh materialov odezhdyy dlya ekspluatatsii v usloviyakh vysokogo rastyazheniya // Vestnik tekhnologicheskogo un-ta. – 2016. T. 19, № 18. S.85...87.
4. Rayts M.V., Byzova E.V. "Neopren". Sravnitel'nyy analiz materialov, predstavlenykh na rossiyskom rynke // Vestnik molodykh uchenykh Sankt-Peterburgskogo gos. un-ta tekhnologii i dizayna. – 2017, №3. S. 42...45.
5. Ghorbani E., Hasani H., Rafeian H., Hashemibeni B. Analysis of the Thermal Comfort and Impact Properties of the Neoprene-Spacer Fabric Structure for Preventing the Joint Damages // International Journal of Preventive Medicine. – Vol. 4, № 7, 2013. P.761...766.
6. Lyadova A.S., Pankevich D.K. Podbor paketa materialov dlya izgotovleniya vodozashchitnoy sportivnoy ekipirovki // Mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhnich. konf.: Innovatsionnye tekhnologii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti, 21-22 noyabrya 2017 goda. – Vitebsk, 2017. S.146...149.
7. Mezentseva E.V., Mishakov V.Yu. Vybor statisticheskikh modeley i analiz svodnykh kharakteristik vyborok dlya pokazateley kachestva samoreguliruemykh netkanykh izolyatsionnykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №6. S. 67...73.
8. Bardy E., Mollendorf J., Pendergast D. Thermal conductivity and compressive strain of foam neoprene insulation under hydrostatic pressure // Journal Of Physics: Applied Physics. – 2005. №38. R. 3832...3840. - doi:10.1088/0022-3727/38/20/009.
9. Norton M.P., Chan C.Y. Insulation properties of composite cell foamed materials suitable for wet suits // Applied Energy. – №12, 1982. R. 159...176.
10. West P.B. Empirical evaluation of diving wet suit material heat transfer and thermal conductivity // Heat Transfer Engineering. – №14, 1993. R.74...80.

11. Monji K. Changes in insulation of wetsuits during repetitive exposure to pressure // Undersea Biomedical Research. – № 16, 1989. R.313...319.

12. Naebea M., Robinsb N., Wanga X., Collins P. Assessment of performance properties of wetsuits // Journal of Sports Engineering and Technology. – № 227, 2013. R. 255...264.

13. Osipova V.A. Eksperimental'noe issledovanie protsessov teploobmena. – M.-L.: Energiya, 1964.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий ТИТЛП. Поступила 20.05.21.

УДК 677.022.65
DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_81

**ИССЛЕДОВАНИЕ КРУЧЕНОЙ ПРЯЖИ
ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТРЕНГ
РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ ПРЯДЕНИЯ**

**RESEARCH OF TWISTED YARN
WHEN PRODUCING STRINGS
BY DIFFERENT SPINNING METHODS**

*А.Т. ЮЛДАШЕВ, С.Л. МАТИСМАЙЛОВ, К.Г. ГАФУРОВ,
А.Ф. ПЛЕХАНОВ, С.А. ПЕРШУКОВА, С.В. КУЗЯКОВА*

*A.T. YULDASHEV, S.L. MATISMAILOV, K.G. GAFUROV,
A.F. PLEKHANOV, S.A. PERSHUKOVA, S.V. KUZYAKOVA*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Российский государственный университет
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

**Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))**

E-mail: alisher_yuldashev_2018@mail.ru; smatismailov@gmail.com; kggafurov45@gmail.com;
noskova-sv1978@mail.ru; sveta.kuziakova@mail.ru

В статье изучаются вопросы исследования свойств крученой пряжи, полученной на машинах двойного кручения VTS фирмы Volkmann (Германия) из одиночной пряжи пневмомеханического и кольцевого способов прядения. В результате проведенных исследований получены рекомендации выработки одиночной пряжи пневмомеханического способа прядения на современном технологическом оборудовании, обеспечивающем высокий уровень подготовки питающей ленты, что позволит сократить затраты в прядении и улучшить механические свойства крученой пряжи.

The article examines the issues of studying the properties of twisted yarn obtained on VTS double-twisting machines by Volkmann (Germany) from a single yarn of OE-spinning and ring spinning methods. As a result of the research, recommendations were obtained for the production of a single yarn of the rotor spinning method on modern technological equipment that provides a high level of preparation of the feed belt, which will reduce costs in spinning mills and improve the mechanical properties of the twisted yarn.

Ключевые слова: разделение процессов, кручение, наматывание, сложение, трощение, коэффициент крутки, укрутка пряжи, удлинение, неров-

нота, упрочнение, пневмомеханическое прядение, кольцевой способ прядения, крученая пряжа, качество.

Keywords: separation of processes, twisting, winding, folding, rolling, twist ratio, yarn twisting, elongation, unevenness, strengthening, rotor spinning, OE-spinning, ring spinning, twisted yarn, quality.

Одним из способов повышения прочности крученой пряжи в два сложения нитей является процесс формирования крутки на веретенах двойного кручения, который имеет существенные отличия от кручения пряжи классическими способами [1...3]. С этой целью в лабораторных условиях кафедры технологии прядения Ташкентского института текстильной и легкой промышленности совместно со специалистами Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) (Москва) нами были проведены экспериментальные исследования оценки

качества крученой пряжи, выработанной из пряжи разных способов прядения.

Одиночная хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 29 текс вырабатывалась как на пневмомеханической прядильной машине BD-330 фирмы Saurer (Чехия), так и на кольцепрядильной машине Zinser 350 (Германия) из хлопкового волокна 5 типа 1-2 сортов хлопчатника, Республика Узбекистан.

Состав сортировки хлопка и физико-механические показатели хлопкового волокна представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Параметры Селекция	Тип	Сорт	Класс	Доля, %	Линейная плотность, текс	Удельная разрыв- ная нагрузка гс/текс	Шта- пель- ная длина, мм	Засо- рен- ность, %	Зре- лость
Ок-даре	5	I	Яхши	40	0,180	25,8	32,6	2,5	1,8
		II	Яхши	60	0,178	24,7	31,8	3,5	1,6
Средневзвешен- ные показатели смеси	-	-	-	100	0,179	25,2	32,1	3,1	1,68

Полуфабрикат перерабатывался на одинаковой цепочке приготовительного технологического оборудования. Переработка сырья осуществлялась на разрыхлительно-очистительном агрегате и чесальных машинах фирмы Trützschler (Германия). Пермотка пряжи с початков с кольцепрядильных машин осуществлялась на мотальных автоматах Autoconer 338 фирмы Schlafhorst (Германия). Пряжа на цилиндрических бобинах с пневмомеханических прядильных машин и на конусных бобинах с мотальных автоматов Autoconer перед кручением под-

вергалась трощению в два сложения и кручению на тростильной машине Fadis (Италия) при частоте вращения веретен 900 мин⁻¹. Крученая пряжа линейной плотности 29 текс в два сложения в трех вариантах крутки нарабатывалась на крутильных машинах двойного кручения Volkmann VTS-07 из одиночной пряжи, полученной по двум способам прядения.

Заправочные параметры крутильной машины приведены в табл. 2, а характеристика вариантов исследуемых круток приведена в табл. 3.

Т а б л и ц а 2

№ п/п	Наименование показателей	29 текс x 2		
1	Крутка пряжи, кр/м	420	520	620
2	Частота вращения крутильного диска, мин ⁻¹	9240	11440	13640
3	Скорость выпуска нити, м/мин	44	44	44

Целью исследования явилось определение коэффициента упрочнения в крученой пряже при использовании одиночной пряжи разных способов прядения и определе-

ние укрутки, удлинения, неровноты по свойствам.

Показатели скрученности крученой пряжи показаны в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

№	Наименование показателей	29 текс х 2		
1	Крутка крученой пряжи, кр/м	420	520	620
2	Соотношение круток при кручении пряжи ПМСП, α_1/α_0	0,7	0,87	1,04
3	Соотношение круток при кручении пряжи КП, α_1/α_0	0,8	0,99	1,18

Сравнительные результаты испытаний и основные физико-механические показатели крученой пряжи кольцевого и пневмо-

механических способов прядения приведены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Вид пряжи	Коэффициент крутки		Укрутка $Y_1, \%$	Результирующая линейная плотность R_n , текс	Коэффициент упрочнения $K_{уп}$	Коэффициент использования прочности волокна $K_{ип}$ в прочности пряжи	Снижение неровноты по разрывной нагрузке S_k/S_0
	α_0	α_1					
Кольцевой способ прядения							
29 текс х 2	40,2	32,2	0,998	58,7	1,105	0,58	0,91
29 текс х 2	40,2	40,1	1,012	59,5	1,12	0,59	0,86
29 текс х 2	40,2	47,9	1,015	59,7	1,17	0,61	0,83
Пневмомеханический способ прядения							
29 текс х 2	45,7	32,2	0,98	57,2	1,03	0,44	0,94
29 текс х 2	45,7	40,1	0,99	57,8	1,08	0,46	0,82
29 текс х 2	45,7	47,9	1,0	58,4	1,11	0,476	0,71

Из представленных в табл. 4 данных можно сделать вывод, что упрочнение крученой пряжи из пряжи пневмомеханического способа прядения существенно ниже упрочнения пряжи кольцевого способа прядения.

Это объясняется наличием в пряже пневмомеханического способа прядения рыхлого внешнего слоя волокон, который играет существенную роль в процессе наложения круток. Внешние волокна, подвергнутые изгибу вследствие кручения, оказывают меньшее сопротивление разрыву, чем внутренние стержневые и менее извитые волокна.

Установлено, что при кручении пневмомеханической пряжи происходит медленное раскручивание стренг при низких и средних вторичных крутках ввиду наличия у пряжи рыхлых внешних слоев и обвивочных волокон, которые, образуя при скручивании большую контактную поверхность, препятствуют раскручиванию составляю-

щих нитей. Это сказывается на укрутке пряжи, которая для пряжи пневмомеханического способа прядения (табл. 3) близка к 1 при соотношении $\alpha_1/\alpha_0 = 1,05$ и даже имеет отрицательную укрутку, то есть удлиняется при скручивании при небольшой окончательной крутке ($\alpha_1\alpha_0 = 0,73...0,9$).

Упрочнение пряжи в процессе кручения приводит к повышению коэффициента использования прочности волокна до 0,61 для пряжи кольцевого прядения и до 0,476 для пневмомеханической пряжи. Сложение одиночных нитей приводит к повышению равномерности по свойствам крученой пряжи. Коэффициент уменьшения неровноты по линейной плотности и разрывной нагрузке – от 0,7 до 0,9, в зависимости от величины окончательной крутки.

Удлинение при разрыве крученой пряжи больше, чем одиночной пряжи и возрастает с увеличением крутки. При этом показатель качества, которым оценивается сорт пряжи, имеет ряд существенных недо-

статков. Значения показателя качества, во-первых, могут быть одинаковы, и для хорошей и для плохой пряжи [4], во-вторых, может быть одинаковым для пряжи, имеющей разную потребительскую ценность.

ВЫВОДЫ

1. Учитывая особую структуру как одиночной пневмомеханической пряжи, так и крученой, необходимо разработать нормативную документацию для правильной оценки крученой пряжи, выработанной из одиночной пряжи пневмомеханического способа прядения, исключив показатель качества, что позволит потребителю адекватно оценивать качество крученой пряжи, выработанной из одиночной пряжи разных способов прядения.

2. На основании проведенных исследований рекомендуется: вырабатывать одиночную пневмомеханическую пряжу на оборудовании, обеспечивающем высокий уровень подготовки питающей ленты с коэффициентом крутки $\alpha_0 = 46$, а окончательную крутку, в зависимости от назначения пряжи повысить до $\alpha_1 = 48$, что позволит сократить затраты в прядении и улучшить механические свойства пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалов К.И., Черников А.Н., Плеханов А.Ф. и др. Проектирование технологии хлопкопрядения. – М.: МГТУ имени А.Н. Косыгина. 2004.

2. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: МГТУ имени А.Н. Косыгина, 2007.

3. Разумеев К.Э., Павлов Ю.В., Плеханов А.Ф. и др. Процессы, технология и оборудование приготовления крученой, фасонной пряжи и ниток. – Иваново: ИВГПУ, 2014.

4. Шустов Ю.С., Плеханова С.В. Основы метрологии и измерительные приборы в текстильной промышленности. – М.: МГТУ имени А.Н. Косыгина, 2005.

5. Кирюхин С.М., Плеханова С.В., Демократова Е.Б. Квалиметрия и управление качеством текстильных материалов. – Часть 3. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2017.

REFERENCES

1. Badalov K.I., Chernikov A.N., Plekhanov A.F. i dr. Proektirovanie tekhnologii khlopkopryadeniya. – M.: MG TU imeni A.N. Kosygina. 2004.

2. Sevost'yanov A.G. Metody i sredstva issledovaniya mekhaniko-tekhnologicheskikh protses-sov tekstil'noy promyshlennosti. – M.: MG TU imeni A.N. Kosygina, 2007.

3. Razumeev K.E., Pavlov Yu.V., Plekhanov A.F. i dr. Protsessy, tekhnologiya i oborudovanie prigotovleniya kruchenoy, fasonnoy pryazhi i nitok. – Ivanovo: IVGPU, 2014.

4. Shustov Yu.S., Plekhanova S.V. Osnovy metrologii i izmeritel'nye pribory v tekstil'noy promyshlennosti. – M.: MG TU imeni A.N. Kosygina, 2005.

5. Kiryukhin S.M., Plekhanova S.V., Demokratova E.B. Kvalimetriya i upravlenie kachestvom tekstil'nykh materialov. – Chast' 3. – M.: RGU imeni A.N. Kosygina, 2017.

Рекомендована кафедрой текстильных технологий РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 31.05.21.

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ХЛОПКОШЕЛКОВЫХ СМЕСОВЫХ ПРЯЖ
ИЗ НОВЫХ СОРТОВ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА**

**COMPREHENSIVE ASSESSMENT
OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF COTTON-SILK BLENDS FROM NEW VARIETIES OF COTTON FIBER**

*Д.Б. ХУДАЙБЕРДИЕВА, З.Т. БУРИЕВ, М.М. ДАРМОНОВ,
М.Ш. АХМЕДОВА, С.А. МАМАДЖАНОВА*

*D.B. KHUDAYBERDIEVA, Z.T. BURIEV, M.M. DARMONOV,
M.SH. AKHMEDOVA, S.A. MAMADJANOVA*

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан,
Центр геномики и биоинформатики Академии наук Республики Узбекистан)

(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan,
Center for Genomics and Bioinformatics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan)

E-mail: dilfuza1955@yahoo.com, akhmedovamukaddam90@gmail.com,

В статье обсуждаются результаты исследований, направленные на применение генетически улучшенного сорта хлопчатника, дающего более тонкие (умеренно низкий микронейр (MIC)) и более длинные волокна с повышенной прочностью, в создании смесовых текстильных материалов на основе шелка и новых сортов хлопкового волокна. Установлено по результатам физико-механических и органолептических характеристик, что создание смесовой пряжи из хлопкошелкового волокна способствует увеличению ассортимента нового вида текстильного сырья, более экономичного и с улучшенными качественными показателями.

The article discusses the results of research aimed at the use of a genetically improved cotton variety, which gives thinner (moderately low microneur (MIC)) and longer fibers with increased strength, to create blended textile materials based on silk and new varieties of cotton fiber. It was established based on the results of physical, mechanical and organoleptic characteristics that the creation of blended yarn from cotton-silk fiber contributes to an increase in the range of a new type of textile raw material, more economical and with improved quality indicators.

Ключевые слова: хлопок, шелк, пряжа, ассортимент, деформация, селекционный сорт.

Keywords: cotton, silk, yarn, range, warp, breeding grade.

В Узбекистане проводятся научные исследования, направленные на обогащение генофонда хлопчатника, создание высокоурожайных, скороспелых сортов с высоким выходом и качеством волокна, устойчивых к различным болезням и вредителям.

Применение технологии ген-нокаута позволило отечественным ученым создать

уникальные отечественные сорта генно-модифицированного хлопчатника серии "Порлок" с улучшенными характеристиками как по режиму возделывания и вегетации, так и по качеству волокна [1], [2]. На сегодняшний день "Порлок" является единственным сортом сельскохозяйственных растений, созданным с применением технологий ген-

ной инженерии, обладающим уникальными свойствами – высокой урожайностью, скороспелостью, засухоустойчивостью и высоким качеством волокна.

Потребительские свойства нового сорта хлопкового волокна по показателям длины, прочности, микронейру, цвету соответствуют требованиям мирового рынка и имеют тенденцию к улучшению. В настоящее время ключевыми факторами данного достижения является внедрение в текстильную промышленность нового селекционного сорта для создания новых ассортиментов текстильных материалов, удовлетворяющих требованиям мирового рынка [3...4].

В связи с этим данное исследование направлено на применение генетически улучшенного сорта хлопчатника, дающего более тонкие (умеренно низкий микронейр (MIC)) и более длинные волокна с повышенной прочностью, на создание смесовых текстильных материалов на основе шелка и новых сортов хлопкового волокна.

Создание смесовых материалов в разных соотношениях предоставляет возможность целенаправленного придания изделиям комплекса ценных свойств и обеспечивает расширение ассортиментов текстильных материалов.

Исследования свойств волокнистых отходов шелка показали, что для смеси с хлопковым волокном более подходящим сырьем являются вторичные отходы, то есть очесы шелкопрядения. При производстве бикомпонентной пряжи в смеси 70%

хлопкового и 30% шелкового волокна относительные разрывные характеристики хлопкошелковой пряжи повысились на 40% по сравнению со 100% -ной хлопчатобумажной пряжей. Из новой бикомпонентной пряжи выработан ластичный трикотаж высокого качества [5].

Разработаны метод смешивания и способ выработки пряжи шерсть-шелк в соотношении 70:30 пряжи с линейной плотностью 30 текс, относительной разрывной нагрузкой 18,8 сН/текс, которая у 100% -ной шерстяной пряжи равна 7,5 сН/текс. Путем исследования напряженно-деформированного состояния нового ассортимента шерстошелковой ткани определена упругая часть составляющей деформации (до 64...70%), которая обеспечивает формоустойчивость верхней одежды [6].

Целью данной статьи является определение комплексной оценки физико-механических свойств хлопкошелковых смесовых пряж из новых сортов хлопкового волокна. Для экспериментов выбраны районированное хлопковое волокно сорта С-6524, шелковый очес и новые сорта хлопкового волокна "Порлок-1" (П-1), "Порлок-2" (П-2).

С учетом особенностей химического состава, структуры шелкового и хлопкового волокон на начальном этапе исследованы физико-механические, структурно-сорбционные свойства и проведен рентгеноструктурный анализ исходного сырья (табл. 1 – характеристики исходного хлопкового и шелкового волокон).

Т а б л и ц а 1

№	Наименование показателей	Результаты испытаний			
		С-6524	П-1	П-2	шелковый очес
1	Коэффициент зрелости	1,9	2,0	2,0	-
2	Штапельная длина, мм	33,2	34,3	35,4	35,0
3	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	25,5	26,6	27,8	52,0
4	Линейная плотность, м.текс	172	169	166	150
5	Разрывная нагрузка, сН	4,4	4,5	4,5	7,8

Как известно, структурные особенности волокнообразующих полимеров оказывают влияние не только на качество получаемого продукта, но и на протекание технологических процессов химической отделки. Плотность упаковки структурных элементов, яв-

ляясь одной из важнейших физических характеристик, обуславливающих комплекс структурно-механических и сорбционных свойств волокнистого материала, изменяется в процессе деформации при механической переработке технологии. Кроме того,

при колорировании одними из существенных факторов, определяющих значение сорбции красителя, являются структура волокна и любые факторы, оказывающие влияние на структуру волокна и предопределяющие количество сорбированного красителя. С учетом особенностей химического состава, структуры выбранного волокнистого сырья для получения смесовой пряжи исследованы сорбционные свойства и проведен рентгеноструктурный анализ волокнистого сырья.

Изотермы сорбции паров воды образцов сурового волокнистого сырья в зависимости от происхождения и селекционного сорта имеют отличия, хотя хлопковое волокно содержит такие природные примеси, как жировоск, минеральные вещества, лигнин, пектин, и шелк-серицин [6] (рис. 1 – изотермы сорбции паров воды при $25 \pm 0,1^\circ\text{C}$

образцов: 1 – хлопковое волокно С-6524; новые селекционные сорта: 2 – П-1; 3 – П-2; 4 – шелковый очес). По результатам изотермы сорбции паров воды рассчитаны поверхностные и объемные свойства исходного сырья (рис. 2 – поверхностные и объемные свойства исходного сырья: 1 – X_M , г/г; 2 – W_0 ; 3 – $S_{уд}$, $\text{м}^2/\text{г}$; $\text{см}^3/\text{г}$, 4 – W_0 , $\text{см}^3/\text{г}$, 5 – СК, %).

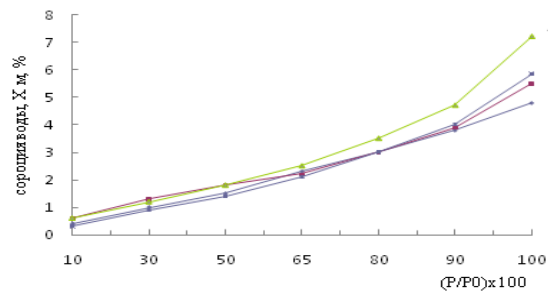


Рис. 1

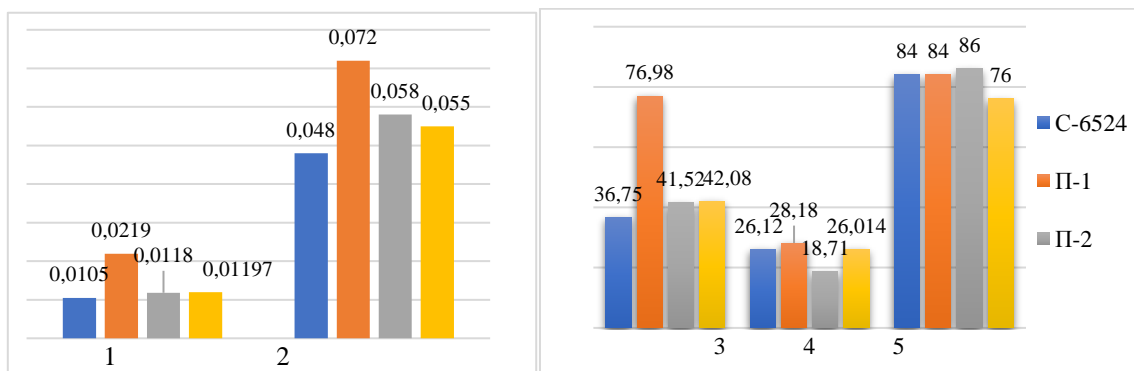


Рис. 2

Изучение поверхностных и объемных свойств сурового исходного сырья показывает, что новые сорта хлопкового волокна имеют более высокие показатели поверхностных и объемных свойств по сравнению с широко культивируемым сортом и приближаются к натуральному шелку. Удельная поверхность и суммарный объем пор сорта П-1 намного выше, чем показатели белкового волокна. Новые сорта хлопкового волокна по этим показателям также отличаются между собой. Структура нового сорта хлопкового волокна П-2 по сравнению с П-1 имеет меньшие размеры пор, более плотно упакована и соответственно с большей прочностью. Эти показатели под-

тверждаются относительно высокой степенью кристалличности.

Для изучения влияния волокнистого состава на физико-механические и эксплуатационные свойства смесовой пряжи были выработаны опытные образцы: 1) 100% из хлопкового волокна и шелка; 2) хлопковое волокно (Х/В): шелк (Ш) = 90:10, 80:20, 70:30.

Изучение одноцикловых характеристик текстильных материалов из волокон разной природы является косвенной оценкой структуры волокнообразующего полимера. В связи с этим были изучены изменения условных значений составных частей деформации образцов смесовой пряжи разного состава (табл. 2).

Как известно, текстильные материалы из натурального шелка имеют высокие показатели упруго-эластических свойств, вследствие чего изделия из них более формоустойчивы, чем хлопчатобумажные ткани.

С введением шелкового очеса в состав хлопчатобумажной пряжи наблюдается снижение пластической составляющей деформации. Данная закономерность отмечается во всех образцах смесовых пряж независимо от состава и селекционного сорта хлопкового волокна. Однако составные ча-

сти деформации пряжи из хлопкового волокна разного селекционного сорта существенно различаются между собой. Новые селекционные сорта П-1 и П-2 имеют более высокие значения упругоэластических свойств по сравнению с культивируемым сортом С-6524. Результаты изучения составных частей деформации новых селекционных сортов показали, что у сорта П-1, имеющего относительно низкое значение степени кристалличности, пластическая составляющая деформации соответственно на 5 % ниже, чем у сорта П-2.

Т а б л и ц а 2

Соотношение волокнистого компонента Х:Ш	Составная часть деформации, %			
	упругая	эластичная	пластичная	общая
Смесовые пряжи из хлопкового волокна сорта С-6524				
100 :0	40	30	30	100
0:100	52,1	30,5	17,4	100
Х:Ш= 90:10	40,8	30,5	28,7	100
Х:Ш= 80:20	45,4	27,3	27,3	100
Х:Ш= 70:30	49,5	31,6	18,9	100
Смесовые пряжи из хлопкового волокна сорта П-1				
100 :0	60,9	21,7	17,4	100
Х:Ш= 90:10	61,1	22,2	16,7	100
Х:Ш= 80:20	62,4	21,5	16,1	100
Х:Ш= 70:30	62,2	21,4	16,4	100
Смесовые пряжи из хлопкового волокна сорта П-2				
100 :0	62	16	22	100
Х:Ш= 90:10	57,9	21,5	20,6	100
Х:Ш= 80:20	57	21,9	21,1	100
Х:Ш= 70:30	56,7	23,8	19,5	100

По результатам видно, что при создании текстильного материала каждый процесс переработки вносит свой вклад в формирование качественных показателей, а также эксплуатационных и товарно-потребительских свойств. Не исключением является создание хлопко-шелковых текстильных материалов. Для определения наилучшего волокнистого состава и соотношения их в хлопкошелковой смесовой пряже проведена комплексная оценка качества пряжи разного состава (рис. 3...5). (Рис. 3 – комплексная оценка и гистограмма сравнительной оценки качества пряж: I – хлопковое волокно сорта С-6524 и его смеси разного

соотношения; II – Х:Ш=90:10; III – Х:Ш=80:20; IV – Х:Ш=70:30; V – Х:Ш=60:40; VI – шелковая пряжа; рис. 4 – комплексная оценка и гистограмма сравнительной оценки качества пряж: I – хлопковое волокно сорта П-1 и его смеси разного соотношения; II – Х:Ш=90:10; III – Х:Ш=80:20; IV – Х:Ш=70:30; V – Х:Ш=60:40; VI – шелковая пряжа; рис. 5 – комплексная оценка и гистограмма сравнительной оценки качества пряж: I – хлопковое волокно сорта П-2 и его смеси разного соотношения; II – Х:Ш=90:10; III – Х:Ш=80:20; IV – Х:Ш=70:30; V – Х:Ш=60:40; VI – шелковая пряжа).

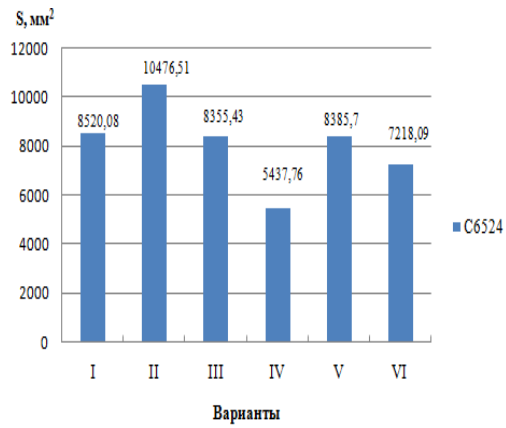
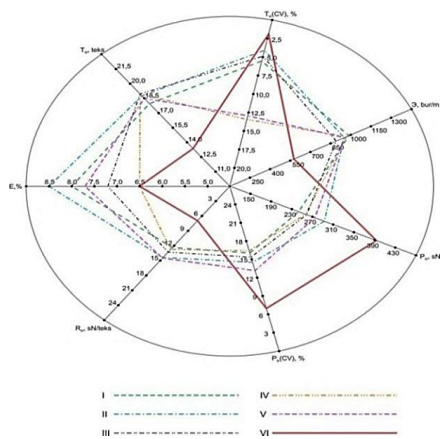


Рис. 3

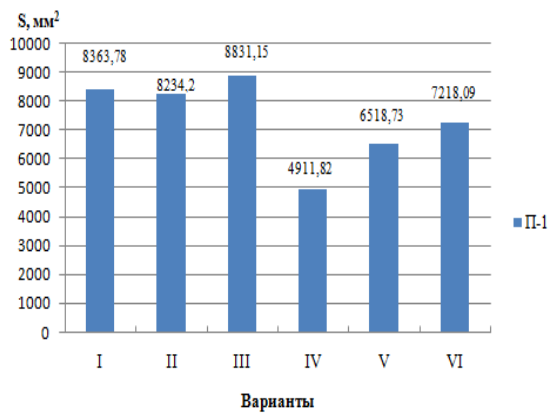
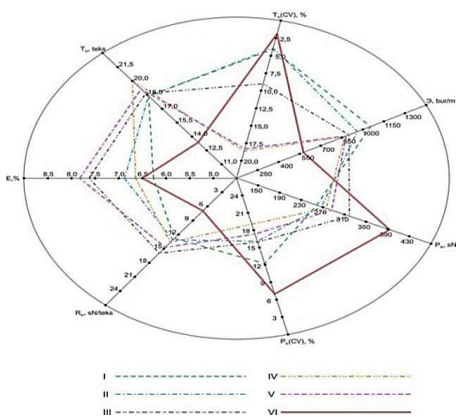


Рис. 4

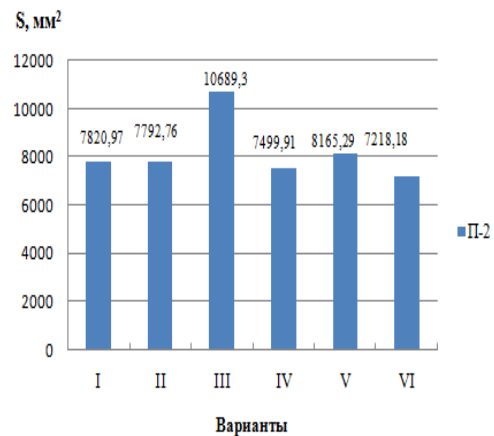
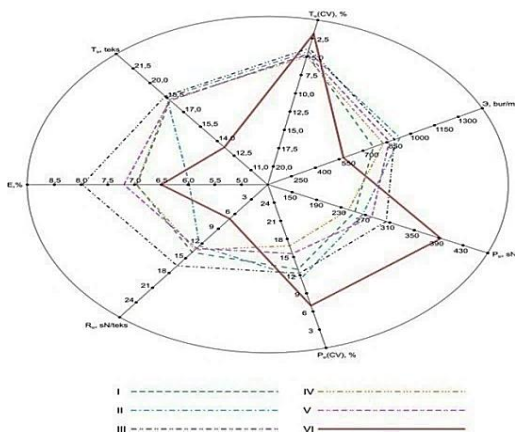


Рис. 5

По результатам полученных гистограмм установлено, что наилучшими показателями комплексных свойств обладает смесовая пряжа из нового сорта П-2 и шелкового

очеса с соотношением 80:20. Смесовая пряжа из селекционного сорта С-6524 с соотношением 90:10 несколько уступает показателям качества.

ВЫВОДЫ

1. Изучены физико-механические свойства исходного волокнистого сырья для производства смесовых текстильных материалов новых сортов хлопка "Порлок-1", "Порлок-2" и шелковый очес. Установлено, что новые селекционные сорта хлопкового волокна П-1 и П-2 характеризуются относительно высокими физико-механическими (от 4,3 до 9,1%) и органолептическими показателями, что схоже с шелковым волокном.

2. Выявлено, что структурно-сорбционные свойства исследуемых волокон отличаются между собой, удельная поверхность и суммарный объем пор сорта П-1 намного выше по сравнению с волокном С-6524: соответственно $S_{уд}$ – в 2,1 раза и W_0 – в 1,5 раза; по сравнению с новыми сортами примерно $S_{уд}$ – в 1,9 раза, W_0 – в 1,2 раза, а по сравнению с шелковым волокном $S_{уд}$ – в 1,83 раза и W_0 – в 1,3 раза. Структура волокна П-2 имеет более плотную упаковку: степень кристалличности составляет 86% и соответственно выше прочность.

3. По результатам физико-механических, органолептических характеристик оценкой эксплуатационных свойств установлено, что создание смесовой пряжи из хлопко-шелкового волокна способствует увеличению ассортимента нового вида текстильного сырья – более экономичного и с улучшенными качественными показателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abdurakhmonov I.Y., Buriev Z.T., Saha S., Jenkins J.N., Abdukarimov A., Pepper A.E. 2012. Cotton PHYA1 RNAi Improves Fiber Quality, Root Elongation, Flowering, Maturity and Yield Potential in *Gossypium hirsutum* L. U.S.A. Patent Application Numbers: Uzbekistan (IAP: 20120069), USA (USPTO:13/445696), and internationally (PCT/US13/27801).

2. Имамходжаева А.С., Курбонов А., Маманазаров Ш., Мухаммадов Й., Кадырова Ш. Выявление свободных от селективного маркерного гена генотипов среди популяций биотехнологического сорта хлопчатника // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – М., 2020, №3. С. 70...72.

3. Худайбердиева Д.Б., Садилова Г.К., Пазилова Г.А. Свойства хлопкошелковых смесовых текстильных материалов // Сб. мат.: Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Россия. 27 – 29 мая 2013 г.). Часть.1. – 2013. С.77...79.

4. Алимова Х.А., Даминов А.Д., Иногамджанов Д.Д. Исследование свойств тканей из натурального шелка и хлопка // Ипак. – 2000, №1. С.18...20.

5. Холиков К.М., Мукимов М.М. Исследование свойств хлопкошелкового плюшевого трикотажа // Сб. научн. тр. 2-й Междунар. НТК: Качество в производственной и социально-экономической системах. – Курск, 2014. Т. 2. С.186...188.

6. Арипджанова Д.У. Создание комплексной технологии производства женской одежды из шерстяных и смесовых тканей: Дис.... докт. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП, 2015.

7. Худайбердиева Д.Б., Садилова Г.К., Темиров М.Х. Влияний условий получения шелковой нити на качество его отделки // ТТЕСИ. "Тўқимачилик муаммолари" Ж. – Тошкент, 2008, №3. С.87...90.

REFERENCES

1. Abdurakhmonov I.Y., Buriev Z.T., Saha S., Jenkins J.N., Abdukarimov A., Pepper A.E. 2012. Cotton PHYA1 RNAi Improves Fiber Quality, Root Elongation, Flowering, Maturity and Yield Potential in *Gossypium hirsutum* L. U.S.A. Patent Application Numbers: Uzbekistan (IAP: 20120069), USA (USPTO:13/445696), and internationally (PCT/US13/27801).

2. Imamkhodzhaeva A.S., Kurbonov A., Mamanazarov Sh., Mukhammadov Y., Kadyrova Sh. Vyavlenie svobodnykh ot selektivnogo markernogo gena genotipov sredi populyatsiy biotekhnologicheskogo sorta khlopchatnika // Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki. – M., 2020, №3. S. 70...72.

3. Khudayberdieva D.B., Sadikova G.K., Pazilova G.A. Svoystva khlopkoshelkovykh smesovykh tekstil'nykh materialov // Sb. mat.: Sovremennye naukoemkie tekhnologii i perspektivnye materialy tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (Rossiya. 27 – 29 maya 2013 g.). Chast'.1. – 2013. S.77...79.

4. Alimova Kh.A., Daminov A.D., Inogamdzhanov D.D. Issledovanie svoystv tkaney iz natural'nogo shelka i khlopka // Ipak. – 2000, №1. S.18...20.

5. Kholikov K.M., Mukimov M.M. Issledovanie svoystv khlopkoshelkovogo plyushevogo trikotazha // Sb. nauchn. tr. 2-y Mezhdunar. NTK: Kachestvo v proizvodstvennoy i sotsial'no-ekonomicheskoy si-stemakh. – Kursk, 2014. T. 2. S.186...188.

6. Aripdzhanova D.U. Sozdanie kompleksnoy tekhnologii proizvodstva zhenskoy odezhdy iz sherstyanykh i smesovykh tkaney: Dis.... dokt. tekhn. nauk. – Tashkent: TITLP, 2015.

7. Khudayberdieva D.B., Sadikova G.K., Temirov M.Kh. Vliyaniy usloviy polucheniya shelkovoy niti na kachestvo ego otdelki // TTESI. "Tўқимачилик муаммолари" Zh. – Toshkent, 2008, №3. S.87...90.

Рекомендована кафедрой химической технологии ТИТЛП. Поступила 15.04.21.

УДК 677.024:63.09:004.942
DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_91

**КОНЕЧНОМЕРНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТА ТКАНИ**

**FINITE-DIMENSIONAL DYNAMIC MODEL
OF THE FORMATION OF A FABRIC ELEMENT**

Т.А. САМОЙЛОВА, П.А. СЕВОСТЬЯНОВ, С.С. ЮХИН

T.A. SAMOILOVA, P.A. SEVOSTYANOV, S.S. YUKHIN

(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

Предложена простая математическая модель динамики прибойной уточной нити и формирования элементов ткани. Модель имеет вид конечной системы обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с малым числом параметров и реализована в системе Simulink.

A simple mathematical model of the weft thread surf dynamics and the formation of fabric elements is proposed. The model has the form of a finite system of ordinary linear differential equations with a small number of parameters and is implemented in the Simulink system.

Ключевые слова: прибойная полоска, уточная нить, элемент ткани, динамика, математическая модель, численные методы.

Keywords: surf strip, weft thread, fabric element, dynamics, mathematical model, numerical methods.

При формировании элемента тканого полотна положение уточных и основных нитей в зоне прибойной полоски еще не фиксировано и изменяется в каждом следующем цикле прибойной очередной уточины. Фиксация нитей происходит за счет сил упругой деформации и трения между нитями по мере оттягивания полотна из области формирования.

Изучению формирования полотна и взаимодействию нитей с системами подачи основы и утка, отвода ткани из зоны формирования и прибойной очередной уточной нити уделялось и уделяется пристальное внимание исследователей. Исследования проводились как экспериментальными методами [1], [2], [4...6], [8], [9], [13] (фиксация прибойной полоски, скоростная фото- видео-

съемка процесса, поперечные срезы участков полотна, датчики натяжения и расположения нитей и др.) и теоретическими методами [1...4], [7], [8], [15], [16]. Были построены математические модели, основанные на различных подходах, предположениях, уровнях детализации, масштабах и применяемом математическом аппарате. Строились, например, двухмерные и трехмерные модели [1], [3], [4], [14], в которых выделялись элементы нитей, связанные упругими связями с учетом изгиба нитей. Элементы нитей рассматривались как материальные точки с тремя степенями свободы. В других моделях для уточнения перемещения нитей в условиях сильного изгиба использовались нелинейные уравнения деформации [2], [16]. Были также построены геометрические модели переплетений, в которых нити изображались изогнутыми цилиндрами кругового сечения [2], [3], [14]. Деформации самих нитей, такие как изгибы, удлинения, смятие при взаимодействии нитей между собой учитывались в моделях, использующих метод конечных элементов [10...12]. Созданные модели, как правило, требовали задания большого числа параметров, связанных с механическими характеристиками нитей, геометрией переплетения, сложными математическими и программными реализациями. Большинство моделей рассматривало статическую задачу, в которой положение нитей оценивалось из условий статического равновесия действующих сил.

Представленная ниже динамическая модель основана на следующих предположениях. Подача и натяжение основы, отвода полотна и прибор утка реализуются как воздействия на нити и ткань, одинаковые по всей ширине заправки, содержащей тысячи, а в некоторых случаях, десятки тысяч нитей. Это позволяет исключить из модели координату вдоль ширины ткани. Направления движения берда, смещения вновь прибываемого утка и натяжения нитей основы и ткани не лежат в одной горизонтальной плоскости, более того, меняют направление в пределах одного цикла формирования элемента полотна. Поскольку моделируется поведение опушки ткани в течение

нескольких последовательных циклов, то будем рассматривать только проекции движения нитей утка в плоскости ткани. Поперечные сечения нитей в процессе формирования элемента ткани превращаются из круга в овалы, причем у разных нитей – разного размера и формы (рис. 1 – геометрическая модель динамики прибора утка и приборной полоски). Считаем, что каждая уточная нить на оси X моделируется материальной точкой, которая включает в себя и массы прилежащих участков основных нитей. Эти участки, отнесенные к каждой уточине, показаны на рисунке вертикальными штриховыми линиями. В общем случае прибываемые нити утка могут иметь разные линейные плотности, поперечные сечения, а массы элементов ткани (между штриховыми линиями) – разные массы. Массы участков обозначим m_1, m_2, \dots

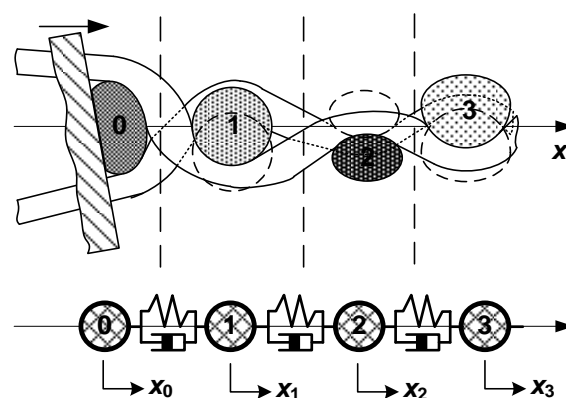


Рис. 1

Движение и изменения происходят в плоскости полотна в направлении оттягивания ткани по оси X. Смещение каждой уточной нити в момент t относительно ее равновесного положения задается координатой $x_n(t)$, где n – номер нити. Он отсчитывается от прибываемой нити: $n = 0, 1, 2, \dots$. Нити связаны упругопластичными связями, для которых используем линейное приближение: упругая составляющая пропорциональна величине смещения нити от равновесного положения, а пластическая составляющая пропорциональна скорости этого смещения. Коэффициенты пропорциональности для упругой и эластической составляющей обозначим k и b . Величины

этих параметров могут быть разными по величине для разных элементов ткани.

Смещение уточной нити складывается из смещения $u_n(t)$ вследствие прибой и перемещения вследствие действия механизмов натяжения и отпуска основы и ткани $x_n(t) = u_n(t) + z(t)$. Перемещения $z(t)$ считаются одинаковыми для всех элементов ткани. Смещения нитей $u_n(t)$ в начальный момент времени $t = 0$ принимаем равными нулю. Сделанные предположения приводят к одномерной динамической модели с конечным числом степеней свободы, механическая аналогия которой показана в нижней части рис. 1. Движение берда и прибываемой нити утка $x_0(t)$ моделировалось кривой, показанной на верхней диаграмме рис. 2 (динамика смещения формируемых элементов полотна в прибойной полоске), и соответствует экспериментальным осциллограммам перемещений прибываемой нити.

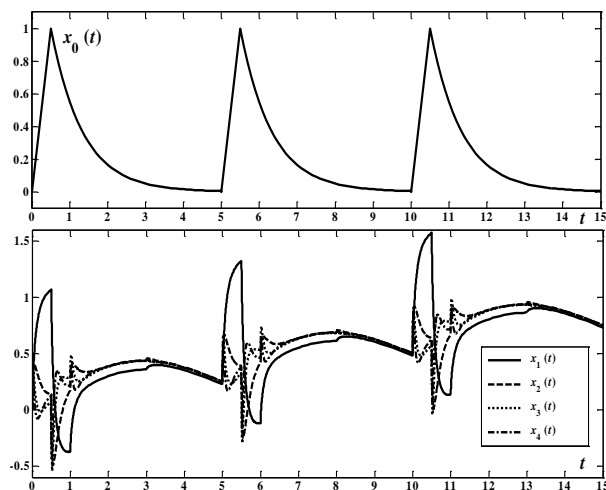


Рис. 2

При таких предположениях уравнения движения для каждой из уточных нитей в пределах зоны формирования запишутся в виде:

$$m_1 \frac{d^2 u_1(t)}{dt^2} = -k_1 u_1(t) - b_1 \frac{du_1(t)}{dt},$$

$$m_2 \frac{d^2 u_2(t)}{dt^2} = -k_1 (u_2(t) - u_1(t)) - k_2 (u_2(t) - x_3(t)) - b_2 \frac{du_2(t)}{dt},$$

...

$$m_n \frac{d^2 u_n(t)}{dt^2} = -k_n (u_n(t) - u_{n-1}(t)) - k_{n+1} (u_n(t) - u_{n+1}(t)) - b_n \frac{du_n(t)}{dt}.$$

...

Решение уравнений было выполнено численными методами в виде Simulink-модели в среде Matlab при одинаковых значениях $k_1 = k_2 = \dots = k$ и $b_1 = b_2 = \dots = b$ для разного числа элементов формирования ткани в опушке. Для принятых значений $m = 0,01$, $k = 0,01$ и $b = 0,1$ (в относительных единицах) заметные изменения смещений $u(t)$ проявились только для 4-х нитей. Поэтому и решаемая система была ограничена четырьмя уравнениями. Диаграммы, отображающие динамику движения этих четырех элементов ткани во времени, показаны в нижней части рис. 2. Это движение – неупорядоченные затухающие колебания в виде суммы нескольких гармоник с экспоненциально затухающими амплитудами,

которые близки по форме к экспериментально регистрируемым перемещениям нитей утка в прибойной полоске.

Таким образом, предложена и опробована простая математическая модель движения элементов формируемой ткани в прибойной полоске. При малом числе параметров (m, k, b) модель позволяет исследовать динамику прибойной уточной нити и формирования элементов ткани в области прибойной полоски. Линейного приближения оказывается достаточно для описания характерных, наблюдаемых в экспериментах, особенностей процесса. Модель пригодна как для однослойных, так и многослойных тканей независимо от особенностей переплетения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильченко В.Н. Прибой уточной нити. – М.: Легпромбытиздат, 1993.
2. Степанов С.Г. Развитие теории формирования и строения ткани на основе нелинейной механики гибких нитей: Дис. ... докт. техн. наук. – Иваново, 2007.
3. Примаченко Б.М. Разработка путей оптимизации процесса прибоа уточной нити на ткацком станке: Дис.... канд. техн. наук. – Ленинград, 1984.
4. Богинич Т.Ф. Исследование натяжения основных нитей и его регулирования при формировании ткани на бесчелночном ткацком станке АТПР-120: Дис.... канд. техн. наук. – М., 1976.
5. Козлов В.Г. Исследование изменения натяжения нитей основы на ткацком станке при формировании элемента ткани: Дис.... канд. техн. наук. – М., 1971.
6. Севостьянов П.А. Неравномерность расположения утка в ткани и оценка ее регулирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1969, №5.
7. Севостьянов П.А. О закономерности расположения утка в ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1971, №2.
8. Севостьянов П.А. Методы оценки и измерения неравномерности расположения нитей в ткани: Дис.... канд. техн. наук. – М., 1972.
9. Севостьянов П.А. Оценка размера зоны формирования ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1978, №2.
10. Севостьянов П.А., Радов А.В. Алгоритм моделирования прибоа уточных нитей к опушке ткани как волнового процесса в сплошной среде с кулоновским трением // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №2С. С.118...120.
11. Севостьянов П.А. Компьютерные модели в механике волокнистых материалов. – М.: Тисо Принт, 2013.
12. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Тихомирова М.Л. Компьютерная конечно-элементная модель взаимодействия утка с основными нитями в процессе прибоа на ткацком станке // Материалы и технологии – 2019, № 1 (3). С. 54...58.
13. Абдуллаев У.Т., Велиев Ф.А., Аллахвердиева И.Ф. Экспериментальное определение смещения нитей утка на границе участков с разной плотностью по утку // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №1. С.155...160.
14. Пирогов Д.А., Евграфова К.И. Математическое моделирование квазистатического процесса деформирования нити утка при формировании многослойной тканой структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №3. С.87...92.
15. Сергеев В.Т., Малафеев Р.М., Николаев С.Д. Анализ прокладывания нетрадиционных уточных нитей на ткацком станке СТБ // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, №6. С.90...95.

16. Индербиева Т.А., Хусаинов Р.З., Терентьев В.И. Исследование взаимодействия дисков тканеформирующего механизма с нитями утка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №6. С.104...107.

REFERENCES

1. Vasil'chenko V.N. Priboy utochnoy niti. – M.: Legprombytizdat, 1993.
2. Stepanov S.G. Razvitie teorii formirovaniya i stroeniya tkani na osnove nelineynoy mekhaniki gibkikh nitey: Dis. ... dokt. tekhn. nauk. – Ivanovo, 2007.
3. Primachenko B.M. Razrabotka putey optimizatsii protsessa priboya utochnoy niti na tkatskom stanke: Dis.... kand. tekhn. nauk. – Leningrad, 1984.
4. Boginich T.F. Issledovanie natyazheniya osnovnykh nitey i ego regulirovaniya pri formirovanii tkani na beschelnochnom tkatskom stanke ATPR-120: Dis.... kand. tekhn. nauk. – M., 1976.
5. Kozlov V.G. Issledovanie izmeneniya natyazheniya nitey osnovy na tkatskom stanke pri formirovani elementa tkani: Dis.... kand. tekhn. nauk. – M., 1971.
6. Sevost'yanov P.A. Neravnomernost' raspolozheniya utka v tkani i otsenka ee regulirovaniya // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1969, №5.
7. Sevost'yanov P.A. O zakonomernosti raspolozheniya utka v tkani // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1971, №2.
8. Sevost'yanov P.A. Metody otsenki i izmereniya neravnomernosti raspolozheniya nitey v tkani: Dis.... kand. tekhn. nauk. – M., 1972.
9. Sevost'yanov P.A. Otsenka razmera zony formirovaniya tkani // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1978, №2.
10. Sevost'yanov P.A., Radov A.V. Algoritm modelirovaniya priboya utochnykh nitey k opushke tkani kak volnovogo protsessa v sploshnoy srede s kulonovskim treniem // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2008, №2S. S.118...120.
11. Sevost'yanov P.A. Komp'yuternye modeli v mekhanike voloknistykh materialov. – M.: Tiso Print, 2013.
12. Sevost'yanov P.A., Samoylova T.A., Tikhomirova M.L. Komp'yuternaya konechno-elementnaya model' vzaimodeystviya utka s osnovnyimi nityami v protsesse priboya na tkatskom stanke // Materialy i tekhnologii – 2019, № 1 (3). S. 54...58.
13. Abdullaev U.T., Veliev F.A., Allakhverdieva I.F. Eksperimental'noe opredelenie smeshcheniya nitey utka na granitse uchastkov s raznoy plotnost'yu po utku // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2020, №1. S.155...160.
14. Pirogov D.A., Evgrafova K.I. Matematicheskoe modelirovanie kvazistaticheskogo protsessa deformirovaniya niti utka pri formirovanii mnogoslnoynoy tkanoy struktury // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2019, №3. S.87...92.

15. Sergeev V.T., Malafeev R.M., Nikolaev S.D. Analiz prokladyvaniya netraditsionnykh utochnykh nitey na tkatskom stanke STB // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2018, №6. S.90...95.

16. Inderbieva T.A., Khusainov R.Z., Terent'ev V.I. Issledovanie vzaimodeystviya diskov tkaneformiru-

yushchego mekhanizma s nityami utka // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2020, №6. S.104...107.

Рекомендована кафедрой . Поступила .

УДК 66.0.677

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_96

**КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ
В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ**

**INTEGRATED RESEARCHES
OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF COTTON FABRIC DURING ITS FINAL FINISHING**

Н.З. САЙДАЛИЕВА, Д.Б. ХУДАЙБЕРДИЕВА, М.Х. МИРЗАТУЛЛАЕВА, И.Г. ШИН

N.Z. SAYDALIEVA, D.B. KHUDAYBERDIEVA, M.K. MIRZATULLAEVA, I.G. SHIN

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

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

E-mail: nodira_saydalieva@mail.ru, dilfuza1955@yahoo.com,

Методом однофакторного эксперимента выявлены закономерности влияния концентрации препарата щелочно-гидролизованного продукта ПАН на усадку, суммарный угол раскрытия и привес аппретированной ткани. Установлено, что значение концентрации препарата равно 75 г/л, что обеспечивает минимальную усадку и смываемость аппрета, а также одновременно наибольшую величину СУР.

By the method of a one-factor experiment, the regularities of the influence of the concentration of the drug alkaline-hydrolyzed PAN product on shrinkage, the total opening angle and weight gain of the fabric were revealed. It was found that the concentration of the drug, equal to 75 g / l, provides the minimum shrinkage and rinseability of the sizing, as well as at the same time the largest value of RMS.

Ключевые слова: хлопчатобумажные ткани, аппрет на основе препарата К-4, гидролизованного ПАН, заключительная отделка.

Keywords: cotton fabrics, finishing agent on the base preparation К-4, hydrolyzed PAN, processes finishing.

В настоящий момент преимущественным способом заключительной отделки тканей бытового назначения является обра-

ботка составами, содержащими высокомолекулярные соединения. Большую роль в улучшении потребительских свойств гото-

вых тканей играют свойства полимерных препаратов, используемых в составах для заключительной отделки [1].

Акриловые соединения и производные водорастворимых акриловых соединений широко применяются в химической отделке в качестве отделочных препаратов. Благодаря наличию двойной связи и за счет замещенных групп производные акриловых соединений способны вступать во взаимодействие с функциональными группами макромолекул волокнистого материала за счет адгезионных сил, а также и полимеризоваться, образуя гибкие полимерные пленки. Полиакрилонитрильный латекс в комплексе со сшивающими компонентами применяется в качестве аппрета для придания хлопчатобумажным тканям малоусадочных свойств. Омьленный продукт полиакрилонитрила используется в качестве шлихтующего агента, загустки и как компонент аппретирующего состава [2...4].

Целью данной работы является установление комплексного влияния основных факторов на физико-механические свойства хлопчатобумажной ткани в процессе заключительной отделки.

Химическая операция заключительной отделки основана на применении препарата К-4, являющегося щелочно-гидролизированным продуктом ПАН. Природа адгезион-

ных сил препарата К-4 проявляется в возникновении водородных связей между молекулами, как вещества с достаточно развитой способностью к образованию водородных связей с целлюлозой. [5...7].

Авторами с помощью однофакторных экспериментов изучено влияние концентрации препарата щелочно-гидролизованного продукта ПАН на качество отделки, выраженное усадкой. Установлено, что с увеличением концентрации аппретирующего препарата щелочно-гидролизованного продукта ПАН привес ткани колеблется от 5,6 до 11,4%. Следует отметить, что при увеличении концентрации препарата до 75 г/л привес на ткани составляет 7,8 % с минимальной смываемостью аппрета и одновременно повышается на 21 % СУР аппретированной ткани при существенном снижении ее усадки.

Для установления комплексного влияния различных факторов на разрывную нагрузку (P_p, H), удлинение при разрыве ($\epsilon_p, \%$) и жесткость условную ($B_{усл}, \text{мкН}\cdot\text{см}^2$) был применен математический метод планирования эксперимента [8], используемый для изучения многофакторных систем. В качестве математической модели принимаем вид функции отклика $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Для трех факторов полином первой степени выражается уравнением:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3. \quad (1)$$

В качестве входных факторов были приняты: x_1 – К-4 (гидролизированный ПАН); x_2 – ПВА (поливинилацетат); x_3 – термофиксация, °С. Уровни и интервалы варьирования факторов представлены в табл. 1.

Уровни и интервалы варьирования факторов представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Факторы	Кодовое обозначение	Интервалы варьирования	Уровни факторов		
				верхний +1	основной 0	нижний -1
1	К-4, г/л	X_1	25	100	75	50
2	ПВА, г/л	X_2	10	45	35	25
3	Термофиксация, °С	X_3	20	160	140	120

В работе использован полный факторный эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания N уровней факторов (числа опытов), определенных по выражению:

$$N = m^k, \quad (2)$$

где m – число уровней каждого фактора; k – число факторов.

Для трех факторов полный факторный эксперимент типа 2^3 представлен матрицей, приведенной в табл. 2. С целью исключения ошибок опыта, предусмотренные матрицей, приведены в случайной последовательности, то есть по таблице случайных чисел. Значения коэффициентов уравнения (1) для разрывной нагрузки P_p находили по следующим зависимостям:

- 1) по основе ткани свободный член b_0 :

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N Y_j = \frac{1804}{8} = 225,5,$$

коэффициенты регрессии, характеризующие линейные эффекты:

$$y = 225,5 + 1,25 x_1 - 22 x_2 + 7,75x_3 - 17,75x_1x_2 - 27,88 x_1x_3 + 11,25 x_2x_3 - 2 x_1x_2x_3, \quad (3)$$

- 2) по утку

$$y = 188,25 + 1,25 x_1 + 13 x_2 - 2,75x_3 + 11,5x_1x_2 + 27,75 x_1x_3 - 41 x_2x_3 + 11 x_1x_2x_3. \quad (4)$$

Для проверки статистической значимости коэффициентов уравнений регрессии (3) и (4) сравнили абсолютные величины коэффициентов $|\Delta b_i|$, $|\Delta b_{ij}|$ с доверительным интервалом Δb_i . Предварительно вычислив дисперсию коэффициентов регрессии по формуле

$$S^2\{b_i\} = \frac{S_y^2}{N}, \quad (5)$$

доверительный интервал коэффициентов найдем по зависимости:

$$\Delta b_i = \pm tS\{b_i\}, \quad (6)$$

где t – табличное значение критерия Стьюдента, равное 4,3 при 5%-ном уровне значимости [6] и числе степеней свободы $f=2$.

$$y = 225,5 - 22 x_2 + 7,75x_3 - 17,75x_1x_2 - 27,88 x_1x_3 + 11,25 x_2x_3 \quad (\text{по основе}), \quad (7)$$

$$y = 188,25 + 13 x_2 - 2,75x_3 + 11,5x_1x_2 + 27,75 x_1x_3 - 41 x_2x_3 + 11 x_1x_2x_3 \quad (\text{по утку}). \quad (8)$$

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij} Y_j;$$

$$b_1 = 1,25; b_2 = -22;$$

$$b_3 = 7,75;$$

коэффициенты регрессии, характеризующие эффекты взаимодействия:

$$b_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij} x_{ij} Y_j;$$

$$b_{12} = -17,75; b_{13} = -27,88;$$

$$b_{23} = 11,25; b_{123} = -2.$$

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии с кодированными переменными для параметра оптимизации – разрывная нагрузка P_p :

Значения дисперсии S_y^2 параметра оптимизации (разрывной нагрузки P_p) для исследуемой ткани по основе и утку соответственно равны: 16,5 и 9,5.

С учетом зависимостей (5) и (6) получим:

- 1) по основе

$$S^2\{b_i\} = \frac{S_y^2}{N} = \frac{16,5}{8} = 2,06$$

$$\Delta b_i = \pm tS\{b_i\} = \pm 4,3 \cdot \sqrt{2,06} = \pm 6,18,$$

- 2) по утку

$$S^2\{b_i\} = 1,1875; \Delta b_i = \pm 5,11.$$

Окончательно получены уравнения регрессии со статистически значимыми коэффициентами:

Таблица 2

Но- мер опы- тов	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	Параметры оптимизации					
									разрывная нагрузка P_p , Н		удлинение при разрыве ℓ_p , %		жесткость условная $B_{всл}$, мкН·см ²	
									ос- нова	уток	ос- нова	уток	основа	уток
1	+	-	-	+	+	-	-	+	251	207	21	32	8445	6800
2	+	+	-	+	-	+	-	-	237	220	20	25,5	2623	1849
3	+	-	+	+	-	-	+	-	269	106	21	23,5	13105	10803
4	+	+	+	+	+	+	+	+	176	209	20	26,5	8445	3210
5	+	-	-	-	+	+	+	-	206	164	17,5	21,5	13552	5996
6	+	+	-	-	-	-	+	+	296	110	21,5	22	9389	2842
7	+	-	+	-	-	+	-	+	171	271	12,5	21	8223	2696
8	+	+	+	-	+	-	-	-	198	219	32	22	9896	1270

Для проверки гипотезы адекватности модели, представленной уравнениями (5) и (6), находим дисперсию адекватности:

$$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (y_j - \hat{y}_j)^2}{f}, \quad (9)$$

где y_j – экспериментальное значение параметра оптимизации в j -м опыте; \hat{y}_j – значение параметра оптимизации в j -м опыте, вычисленное по уравнениям (7) и (8); f – число степеней свободы, $f = N - (k + 1)$; k – число факторов, равное 3.

Проверку гипотезы адекватности модели проводили по F-критерию Фишера.

$$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{j=1}^8 (y_j - \hat{y}_j)^2}{N - (k + 1)} = \frac{23}{8 - (3 + 1)} = 5,75; \quad F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2} = \frac{5,75}{9,5} = 0,605.$$

Следовательно, модель также адекватна ($F_p < F_T$). Обработав данные экспериментальных исследований для разрывного

$$y = 20,7 + 2,69x_1 + 0,69x_2 - 0,19x_3 + 4,44x_1x_2 - 3,19x_1x_3 - 0,69x_2x_3 - 1, + 94x_1x_2x_3 \text{ (основа)}, \quad (10)$$

$$y = 24,3 - 0,25x_1 - x_2 - 2,63x_3 + 1,19x_1x_2 - 0,5x_1x_3 - 0,88x_2x_3 + 1,17x_1x_2x_3 \text{ (уток)}. \quad (11)$$

С учетом значений доверительного интервала коэффициентов соответственно для основы и утка, равными $\Delta b_i = \pm 1,58$, $\Delta b_i =$

$$y = 20,7 + 2,69x_1 + 4,44x_1x_2 - 3,19x_1x_3 - 1,94x_1x_2x_3 \text{ (основа)}, \quad (12)$$

$$y = 24,3 + 2,63x_3 + 1,19x_1x_2 + 1,13x_1x_2x_3 \text{ (уток)}. \quad (13)$$

Проверка адекватности математической модели, описываемой уравнениями (12) и (13), подтверждена уравнением расчетного

Для этого находили расчетное значение критерия:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2} = \frac{10}{16,5} = 0,606.$$

При 5%-ном уровне значимости и числах степеней свободы для числителя $f_1=4$ и для знаменателя $f_2=2$ табличное значение критерия $F_T=19,3$. Так как $F_p < F_T$, то модель, представленная уравнением (7), адекватна. Проверим адекватность модели, представленной уравнением (8):

удлинения ($\ell_p, \%$) в такой же последовательности, получены следующие уравнения регрессии с кодированными переменными:

$= \pm 1,163$, составим уравнения регрессии со статистически значимыми коэффициентами:

и табличного значения F-критерия Фишера соответственно для основы ($F_p < F_T$; $15,94 < 19,3$) и утка ткани ($F_p < F_T$; $14,12 < 19,3$).

Обработка результатов экспериментальных исследований для параметра оптимизации – жесткости условной ($V_{\text{усл}}$) по

$$y = 9210 - 1622x_1 + 707x_2 - 1055x_3 + 875x_1x_2 + 999x_1x_3 + 1913x_2x_3 - 584x_1x_2x_3 \text{ (основа), (14)}$$

$$y = 433 - 2141x_1 + 827x_2 + 1232x_3 - 996x_1x_2 + 1280x_1x_3 - 546x_1x_2x_3 \text{ (уток), (15)}$$

которые адекватно описывают модель по F-критерию Фишера. Так, для уравнения (15) получено соотношение

$$F_p=15,2 < F_T, F_T = 19,3.$$

Таким образом, получены уравнения регрессии (7), (8), (12), (13), (14) и (15) с кодированными переменными, которые позволяют оценить степень и характер влияния входных факторов и их парных взаимодействий на параметры оптимизации.

Проверка и подтверждение гипотезы адекватности математических моделей в виде полученных уравнений регрессии позволяют перейти к методу крутого восхождения по Боксу-Уилсону [8] для достижения области оптимума рассматриваемых функций отклика. Выбирают для одного фактора, а для остальных его рассчитывают по формуле:

$$\Delta_i = \Delta_l \frac{b_i \varepsilon_i}{b_l \varepsilon_l}, \quad (16)$$

где Δ_l – выбранный шаг движения для фактора l ; Δ_i – шаг движения для i -го фактора; b_i ; b_l – коэффициенты регрессии i -го и l -го

рассмотренному выше алгоритму дала следующие уравнения регрессии с кодированными переменными:

факторов; ε_i , ε_l – интервалы варьирования i -го и l -го факторов.

Движение по градиенту начинают от нулевой точки (основного уровня фактора). Рассчитав шаг движения для каждого фактора, находят условия "мысленных" опытов. Часть мысленных опытов реализуется, чтобы проверить результаты крутого восхождения. Крутое восхождение прекращается, если найдены условия оптимизации, а также если ограничения для фактора делают дальнейшее движение по градиенту неразумным.

Выполним крутое восхождение (табл. 3) по поверхности отклика для параметра оптимизации – разрывная нагрузки (по основе). Крутое восхождение начинается при условии $x_1=x_2=x_3=0$, что соответствует значениям входных факторов: 75; 35 и 140. Примем шаг движения для входного фактора x_3 равным $\Delta_3=5^\circ\text{C}$. По формуле (16) вычислен шаг движения для факторов x_1 и x_2 :

$$\Delta_1 = \Delta_3 \frac{b_1 \varepsilon_1}{b_3 \varepsilon_3} = 5 \frac{(-1622) \cdot 25}{1232 \cdot 20} = -8,2285,$$

$$\Delta_2 = \Delta_3 \frac{b_2 \varepsilon_2}{b_3 \varepsilon_3} = 5 \frac{707 \cdot 10}{1232 \cdot 20} = 1,4347.$$

Таблица 3

Наименование	x_1	x_2	x_3	y
Основной уровень	75	35	140	-
Коэффициент b_i	-1622	707	-1055	-
Интервал варьирования ε_i	25	10	20	-
$b_i \times \varepsilon_i$	-40550	7070	21100	-
Шаг Δ_i	-8,2285	1,4347	5	-
Округленный шаг	-8,23	1,43	5	-
Опыт 9 реализованный	66,8	36,4	145	307
Опыт 10 реализованный	58,5	37,8	150	311
Опыт 11 реализованный	50,3	39,2	155	302
Опыт 12 мысленный	42,1	40,6	160	-

Максимальное значение разрывной нагрузки (по основе) получено в опыте №10, которое составило $P_p=311$ Н. Таким образом, достигнута область оптимума для

разрывной нагрузки при следующих значениях входных факторов: препарат К-4 -58,5 г/л; ПВА – 37,8 г/л; термофиксация –150°C.

Таким образом, потребовались 11 опытов для того, чтобы определить оптимальные условия заключительной отделки хлопчатобумажной ткани, обеспечивающие максимальную разрывную нагрузку.

ВЫВОДЫ

1. Методом однофакторного эксперимента выявлены закономерности влияния концентрации препарата щелочно-гидролизованного продукта ПАН на усадку, суммарный угол раскрытия и привес аппретированной ткани. Установлено, что значение концентрации препарата, равное 75 г/л, обеспечивает минимальную усадку и смываемость аппрета, а также одновременно наибольшую величину СУР.

2. Методом многофакторного планирования эксперимента получены уравнения регрессии для различных параметров оптимизации – разрывная нагрузка, разрывное удлинение жесткости условной в зависимости от входных параметров. Крутое восхождение по поверхности отклика дало наилучшие условия опыта для оптимизации разрывного усилия ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полушин Е.Г., Козлова О.В., Захарченко А.С., Румянцева В.Е. Изучение оптических свойств пленок полимеров, используемых в заключительной отделке текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 3. С. 48...52.
2. Михайлов М.П. Исследование процесса омыления сополимера акрилонитрила с целью получения водорастворимых шликтующих препаратов: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1973.
3. Широкова М.К. Применения акрилоамида и его производных для придания хлопчатобумажным тканям свойства несминаемости. Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново.: ИТИ. 1974.
4. Ихтиярова Г.А. Интенсивность окрасок напечатанных тканей с использованием загустителей на основе бентонитовых глин и синтетических полимеров // Проблема текстиля. – Ташкент, 2008, №1. С.53...55.
5. Мирзахмедова М.Х., Худайбердиева Д.Б., Абдукаримова М.З., Содикова Г.К. Влияние природы активных красителей на качество отделки и окраски шелковых тканей в совмещенном способе // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С.139...143.

6. Худайбердиева Д.Б. Влияние композиционного состава аппрета на качество отделки шелковых тканей // Композиционные материалы. – 2007, №4. С.85...89.

7. Saydalieva N.Z., Khudayberdieva D.B., Suyunov J.B., Sultonoyozov X.B. Studying the nature influence film-forming on the quality of final finish of the cotton fabric // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – V.6, Is. 10, October 2019. P. 11457...11460.

8. Сприддинов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. – М.: Машиностроение, 1981.

REFERENCES

1. Polushin E.G., Kozlova O.V., Zakharchenko A.S., Rumyantseva V.E. Izuchenie opticheskikh svoystv plenok polimerov, ispol'zuemykh v zaklyuchitel'noy otdelke tekstil'nykh materialov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 3. S. 48...52.
2. Михайлов М.П. Исследование процесса омыления сополимера акрилонитрила с тсел'ю получения водорастворимых шликтующих препаратов: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: МТИ, 1973.
3. Широкова М.К. Применения акрилоамида и его производных для придания хлопчатобумажным тканям свойства несминаемости. Дис. ... канд. техн. наук. – Иваново.: ИТИ. 1974.
4. Ихтиярова Г.А. Интенсивность окрасок напечатанных тканей с использованием загустителей на основе бентонитовых глин и синтетических полимеров // Проблема текстиля. – Ташкент, 2008, №1. С.53...55.
5. Mirzakhmedova M.Kh., Khudayberdieva D.B., Abdulkarimova M.Z., Sodikova G.K. Vliyanie prirody aktivnykh krasiteley na kachestvo otdelki i okraski shelkovykh tkaney v sovmeshchennom sposome // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 1. S.139...143.
6. Khudayberdieva D.B. Vliyanie kompozitsionnogo sostava appreta na kachestvo otdelki shelkovykh tkaney // Kompozitsionnye materialy. – 2007, №4. S.85...89.
7. Saydalieva N.Z., Khudayberdieva D.B., Suyunov J.B., Sultonoyozov X.B. Studying the nature influence filmforming on the quality of final finish of the cotton fabric // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – V.6, Is. 10, October 2019. P. 11457...11460.
8. Spriddinov A.A. Planirovanie eksperimenta pri issledovanii tekhnologicheskikh protsessov. – М.: Mashinostroenie, 1981.

Рекомендована кафедрой химической технологии. Поступила 02.06.21.

УДК 658.512.2
DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_102

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЭСКИЗНОМ И ХУДОЖЕСТВЕННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ОБЪЕМНЫХ ФОРМ КОСТЮМА**

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES
IN SKETCH AND ARTISTIC DESIGN
OF VOLUMINOUS COSTUME FORMS**

М.И. АЛИБЕКОВА, В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ, Е.Г. АНДРЕЕВА

M.I. ALIBEKOVA, V.S. BELGORODSKIY, E.G. ANDREEVA

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

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

E-mail: mariyat-alibekova@yandex.ru

Скорость развития современных технологий сегодня опережает самые смелые фантазии. Новые материалы и инновационные технологии определяют переориентацию промышленности на этапе разработки художественного эскиза, раскрывают горизонты новым возможностям и в поиске новой формы. Предпочтения и ожидания потребителей все чаще становятся ориентиром для дизайнеров, решающих конкретные задачи, способствующие в дальнейшем увеличению продаж дизайнерских разработок.

The speed of modern technology today is ahead of wildest fantasies. New materials and innovative technologies determine the reorientation of the industry at the stage of artistic sketch development, open horizons for new opportunities in the search for a new form. Consumer preferences and expectations are increasingly becoming a benchmark for designers who are solving specific tasks that contribute to further increase sales of design developments.

Ключевые слова: технологии, инновации, эскиз, одежда, промышленность, проектирование, мода, дизайнер, потребитель.

Keywords: technology, innovation, sketch, clothing, industry, design, fashion, designer, consumer.

Основным требованием к рынку современной одежды, обуви, изделиям легкой промышленности, швейным предприятиям

сегодня является высокая мобильность и эффективность процессов художественного проектирования, моделирования. Сис-

темы автоматизированного проектирования при частых переменах в модной индустрии, быстром развитии инноваций и технологий, безусловно, подводят потребителя к изменению отношения к модельному и ценовому разнообразию изделий легкой промышленности. Использование современных средств художественного проектирования способствует оптимизации производства, повышению качества, конкурентоспособности товаров производства и удовлетворению требований потребителей на основе проектирования САПР, открывая широкие возможности в реализации самых дерзких идей.

Взаимодействие процессов художественного проектирования и методов интеллектуальной деятельности дает возможность быстрого обмена информацией и доступа к ней, внедрению совершенно новых художественных решений изделий легкой промышленности, опережающих ожидания потребителей, являясь конкурентоспособными на мировом рынке [1].

Автоматизированное производство сегодня является основополагающим и востребованным для совершенствования методов конструирования, моделирования и проектирования одежды, изделий текстильной и легкой промышленности, объемных форм, так как сам процесс создания конструкций одежды классическим методом является затратным и сложным.

Системы автоматизированного проектирования изделий легкой промышленности, в комплексе с современным техническим обеспечением, дают возможность автоматизировать все без исключения этапы художественного проектирования. При использовании возможностей, например, таких программ, как Clo 3D, Marvelous designer и др., недочеты можно избежать с большей вероятностью, существенно сокращая при этом время и улучшая качество будущего изделия. Программы позволяют не только сшить одежду повышенной сложности, воспроизвести драпировку, определиться и выбрать ткань или материал по их физическим свойствам и многое другое, но и визуализировать ее. Трехмерные медиа-

манекены можно вращать вокруг оси, менять размеры, задавать траекторию движения, исключая погрешности посадки на фигуре человека и без труда вносить коррективы. Преимуществом Marvelous Designer также является возможность импортировать любые OBJ и DXF файлы из большинства инструментов 3D-моделирования, таких как 3DS Max, AutoCad, Maya, Softimage, Lightwave, Poser, Daz Studio, Vue и Modo [2].

Решение задачи построения объемной формы в художественном проектировании неразрывно связано с задачей поиска гармоничных пропорций. Вдохновение возможностями новых технологий и интерес к 3D-моделированию становятся источниками идей для создания дизайнерских творческих коллекций [3]. Одежда обретает конструктивную и эстетическую ценность, когда все элементы формы соразмерны и согласованы. Силуэт костюма соединяет в себе объемные формы, превращая его в сложную модель [4]. Например, богемный стиль "бохо" несет в себе образ расслабленности, натуральности и свободы духа, где ценности тесно связаны с природными. Бионика формообразования современного костюма обеспечивает органическое единство формы с природной средой [5]. Использование бионических объектов в основе формообразования современного костюма формирует баланс между искусственной и естественной формой [6].

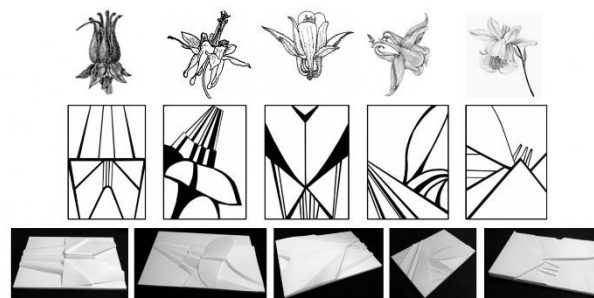


Рис. 1

Исходной информацией, таким образом, для проектирования творческой коллекции явилась бионика. На основе анализа и изучения бионических творческих

источников созданы рельефы на планшетах, согласно основным композиционным принципам: статика, подобие, контраст, равновесие и динамика (рис. 1 – эскизы и рельефы на основе композиционных принципов) [7]. Далее выполнена апробация авторских моделей из полученных объемно-пространственных форм костюма на аватаре в виртуальной среде.



Рис. 2

Виртуальная визуализация проектируемых моделей в программе Clo-3D позволяет детально анализировать систему "эскиз костюма – 3d модель – изделие" для совершенствования их конструкции и обеспечения как органического единства современного костюма с природной средой, так и целостности и гармоничности разрабатываемых изделий. Для визуализации конкретной модели изделия используется интерфейс, имеющий панель инструментов и два основных окна: 2D и 3D. Для создания новой модельной конструкции одежды в окне 3D выбирается виртуальная модель фигуры человека (аватар), параметры которой можно изменять по желанию дизайнера для виртуального представления типовой или индивидуальной фигуры. На выбранном аватаре выполняется примерка разработанной конструкции проектируемого изделия, визуализируя в виртуальной среде, анализируя соответствие внешнего образа исходному эскизу (замыслу дизайнера) и посадку готового изделия на фигуре, и в случае неудовлетворенности ими вносятся соответствующие корректировки в композиционное, конструктивное или технологическое решение новой модели. Процесс проектирования модели в виртуальной среде происходит быстрее и экономичнее,

Итогом проведенного исследования явилась разработка коллекции моделей женской одежды в стиле "бохо" (рис. 2 – пример модели из авторской коллекции "эскиз костюма – 3D модель – изделие"), где объемно-пространственные формы получены с использованием бионических принципов формообразования костюма.

чем традиционный, позволяет сокращать материальные затраты, обеспечивает высокое качество проектных решений новых моделей одежды и возможность оценки их визуального образа на заданных фигурах, а также внесения разнообразных изменений как в художественное решение модели, так и в структуру или рисунок ткани.

Внедрение интерактивных технологий в художественное проектирование моделей одежды в промышленное производство требует специализированного программного обеспечения и позволяет реализовывать широкий спектр художественных, конфекционных, конструктивных и технологических решений в виртуальной среде, что ускоряет выпуск новых коллекций и снижает ресурсоемкость производственного процесса. Является комплексным решением творческих, экономических, культурных, эргономических процессов – от создания эскиза до воплощения в материале [8]. Развитие перспективных технологий с возможностью придания одежде четвертого измерения [9], [11] значительно меняет концепцию высокой моды. Появляется возможность представления персональных предложений собственной продукции заинтересованным пользователям с учетом индивидуальных антропометрических дан-

ных и предпочтений [10], а эволюционное развитие технологий свидетельствует о перспективах их внедрения в промышленных масштабах [11].

ВЫВОДЫ

Бионика способствовала поиску гармоничных пропорциональных, ритмических отношений, форм костюма, тяготеющих к минимализму, простоте и изысканности. Поисковые формы костюма приняты за основу художественного проектирования женской коллекции в стиле "бохо" в программе Clo-3d, а использование современных инновационных технологий в процессе апробации способствовало экономии времени и внесению исправлений, корректив в разрабатываемые модели без лишних усилий и трудозатрат.

Таким образом, использование проектировщиком инновационных технологических процессов способствует в кратчайшие сроки созданию совершенно новых дизайнерских решений с выгодой как для производителя, с экономической точки зрения, так и с приданием типовой промышленной продукции эстетических свойств, отвечающих требованиям законов композиции и культурным ценностям современного общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гетманцева В.В.* Научные основы интеллектуализации виртуального проектирования конструкции и технологии изготовления одежды: Дис....докт. техн. наук. – М., 2021.
2. *Саиди Д.Р., Домулуджонова Н.А.* Моделирование конструкции одежды по технологии 3D//UNIVERSUM. Худжанский политехнический институт, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. Республика Таджикистан, г. Худжанд. – 2019. №1(58). С. 30...34.
3. *Алибекова М.И., Фирсова Ю.Ю., Кацеев О.В., Колташова Л.Ю.* Аддитивные технологии в модной индустрии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №3. С.237...241.
4. *Алибекова М.И., Андреева Е.Г., Белгородский В.С.* Архитектоника формы в композиции костюма. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020.
5. *Белько Т.В.* Бионические принципы формообразования костюма: Дис.... докт. техн. наук. – М., 2006.

6. *Лапутина М.В., Докучаева О.И.* Выявление новых возможностей проектирования современных трикотажных полотен и форм костюма на основе бионики// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №6. С.53...55.

7. *Luo Y., Erst A., Yang C.-H., Deng J.-P., Li L.* Aquilegia yangii (Ranunculaceae), a new species from Western China// Phytotaxa. – Vol.348, №4, 2018. P.289...296.

8. *Москвина М. А.* Обеспечение антропометрического соответствия в автоматизированном проектировании одежды заданных силуэтных форм: Дис....канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2016.

9. *Leist S.K., Zhou J.* Current status of 4D printing technology and the potential of light-reactive smart materials as 4D printable materials // Virtual and Physical Prototyping. – Vol.11, Is.4, 2016. P.249...262.

10. *Петросова И.А., Шанцева О.А., Андреева Е.Г.* Оценка соответствия готовой одежды фигуре потребителя в трехмерной среде // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №5. С. 139...142.

11. *Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Белгородский В.С.* Технические и эстетические аспекты применения технологии 3D-печати для изготовления одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, №4. С.100...105.

REFERENCES

1. *Getmantseva V.V.* Nauchnye osnovy intellektualizatsii virtual'nogo proektirovaniya konstruksii i tekhnologii izgotovleniya odezhd: Dis....dokt. tekhn. nauk. – M., 2021.
2. *Saidi D.R., Domulodzhonova N.A.* Modelirovanie konstruksii odezhd po tekhnologii 3D//UNIVERSUM. Khudzhanский politekhnikeskii institut, Tadjhikskiy tekhnicheskii universitet imeni akademika M.S. Osimi. Respublika Tadjhikistan, g. Khudzhand. – 2019. №1(58). S. 30...34.
3. *Alibekova M.I., Firsova Yu.Yu., Kashcheev O.V., Koltashova L.Yu.* Additivnye tekhnologii v modnoy industrii // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №3. S.237...241.
4. *Alibekova M.I., Andreeva E.G., Belgorodskiy V.S.* Arkhitektonika formy v kompozitsii kostyuma. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2020.
5. *Bel'ko T.V.* Bionicheskie printsipy formoobrazovaniya kostyuma: Dis.... dokt. tekhn. nauk. – M., 2006.
6. *Laputina M.V., Dokuchaeva O.I.* Vyyavlenie novykh vozmozhnostey proektirovaniya sovremennykh trikotazhnykh poloten i form kostyuma na osnove bioniki// Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2010, №6. S.53...55.
7. *Luo Y., Erst A., Yang C.-H., Deng J.-P., Li L.* Aquilegia yangii (Ranunculaceae), a new species from Western China// Phytotaxa. – Vol.348, №4, 2018. P.289...296.

8. Moskvina M.A. Obespechenie antropometricheskogo sootvetstviya v avtomatizirovannom proektirovani odezhdyy zadannykh siluethnykh form: Dis....kand. tekhn. nauk. – Sankt-Peterburg, 2016.

9. Leist S.K., Zhou J. Current status of 4D printing technology and the potential of light-reactive smart materials as 4D printable materials // Virtual and Physical Prototyping. – Vol.11, Is.4, 2016. P.249...262.

10. Petrosova I.A., Shantseva O.A., Andreeva E.G. Otsenka sootvetstviya gotovoy odezhdyy figure potrebitelya v trekhmernoy srede // Izvestiya Vysshikh

Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, №5. S. 139...142.

11. Getmantseva V.V., Andreeva E.G., Petrosova I.A., Belgorodskiy V.S. Tekhnicheskie i esteticheskie aspekty primeneniya tekhnologii 3D-pechati dlya izgotovleniya odezhdyy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, №4. S.100...105.

Рекомендована кафедрой спецкомпозиции. Поступила 15.05.21.

УДК 687.016

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_106

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ
ТИПОВЫХ РОССИЙСКИХ ФИГУР
ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВИРТУАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ***

**DESIGN OF SOLID DIGITAL TWINS
OF TYPICAL RUSSIAN BODIES
IMPROVING ASSESSMENT OF VIRTUAL CLOTHING QUALITY**

И.В. ЖУКОВА, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ

I.V. ZHUKOVA, V.E. KUZMICHEV

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: iren932@gmail.com; wk37@list.ru

В статье представлены результаты проектирования твердотельных цифровых двойников российских типовых фигур. Определены основные принципы проектирования и новая исходная антропометрическая информация в виде новых размерных признаков. Приведен алгоритм генерирования твердотельного цифрового двойника типовой российской фигуры. Проведена сравнительная оценка разработанного цифрового двойника российской типовой фигуры с цифровыми двойниками, сгенерированными в зарубежных программах CLO3D и Rhinoceros.

The study presents the results related to generation of solid digital twins of the Russian typical male bodies. The basic principles of design and new anthropometric initial database in terms of body measurements were determined. The algorithm of solid-state digital twin generating of the Russian typical male bodies was proposed. The comparative assessment of developed virtual digital twin and the digital twins generated in programs CLO3D and Rhinoceros was carried out.

* Работа выполнена по гранту РФФИ и Ивановской области, номер проекта 20-47-370006.

Ключевые слова: мужская фигура, размерные признаки, цифровой двойник, цифровая среда, виртуальная примерка.

Keywords: Russian male body, measurements, digital twin, virtual reality, virtual try-on.

Использование цифровых технологий для совершенствования любой сферы человеческой деятельности стало привычным явлением. Цифровое проектирование одежды включает использование 2D-САПР для разработки плоских проектов (технические рисунки, чертежи деталей и др.) и их перевод в 3D-структурно-согласованную цифровую среду virtual reality (VR), которая становится исключительно важной в условиях кастомизации и быстрой сменяемости моды [1], [2]. Для оцифровывания объектов на традиционных этапах конструирования одежды необходимо подвергнуть переосмыслению содержание исходных баз данных и знаний относительно антропоморфных характеристик типовых фигур и их достаточности для генерирования реалистично выглядящих цифровых двойников систем "фигура–одежда". По причине несоответствия между содержанием баз данных о реальных фигурах и их цифровых двойниках результаты симуляции одежды в виртуальной среде могут отличаться от реальных примерок на манекенах типовых фигур, которые разрабатывают на основе размерных стандартов и данных о пространственной форме фигуры человека.

Интегрированные в существующие САПР-одежды параметрические модели аватаров не всегда точно описывают изменяющуюся морфологию человеческих фигур. Используемые в Российской Федерации программные продукты OptiTex, Gerber, Tex-Design, Julivi, Assyst и другие содержат цифровые двойники с иной морфологией, отличной от российской. Поэтому первой проблемой цифровизации процесса дизайна одежды является отсутствие, как минимум, следующих цифровых двойников, соответствующих действующей типологии российского населения: твердотельных цифровых двойников (ТЦД) с постоянными размерными признаками; мягкотельных цифровых двойников (МЦД) с изменяемыми размерными признаками,

которые необходимы для примерок и проектирования одежды с размерами, меньшими размеров ТЦД, в частности, компрессионной с заданными показателями сжатия мягких тканей под влиянием компрессии. Поэтому разработка цифровых двойников типовых российских фигур является актуальной.

Целью настоящей работы является разработка принципов проектирования цифровых двойников типовых российских мужских фигур на основе их цифровых клонов.

В качестве обучающей выборки были взяты 110 мужских фигур в возрасте от 18 до 30 лет без видимых отклонений антропоморфного телосложения. Сканирование фигур проводили с помощью бодисканера для трехмерного измерения тела INTALOR 3-D Scanning фирмы Human Solutions (Германия) в основной антропометрической позе согласно стандартам [3...6]. Для генерирования виртуальных клонов использовали программу "Anthroscan" (3D image processing software) [7]. Сформированная из фигур выборка имела следующие показатели:

- диапазон значений размерных признаков, см: рост Р - 165...193,9, обхват груди третий Ог₃ - 88,2...130,2, обхват талии От - 66...125, обхват бедер Об - 85,5...121;

- распределение фигур по полнотным группам согласно действующей типологии российского населения [8], %: 1 полнотная группа - 38, 2 полнотная группа - 46, 3 полнотная группа - 12, 4 полнотная группа - 4.

Главными задачами получения ТЦД являются их правильная ориентация в декартовой системе координат и повторение пластики реальной фигуры. Поэтому генерирование ТЦД было разбито на два этапа: определение минимального количества точек, достаточных для постановки каркаса фигуры в пространстве, и генерирование множества точек путем наполнения каркаса сечениями.

Для определения минимального количества точек виртуальные клоны параметризовали с помощью проекционных размерных признаков. На рис. 1 показаны точки и размерные признаки, измеренные на профильных проекциях виртуальных клонов, с помощью которых можно контролировать их положение в пространстве: центр тяжести по методу Н.М. Трухана [9] (а), угол

пространственной ориентации фигуры (б), положение корпуса (Π_k) или идентичный ему признак "Расстояние от вертикальной плоскости до точки основания шеи сзади" в программе "Anthroscan" (в), глубины талии первая ($\Gamma_{т1}$) и вторая ($\Gamma_{т2}$) или идентичные им признаки "Расстояние от вертикальной плоскости до задней точки на линии обхвата талии" (г).

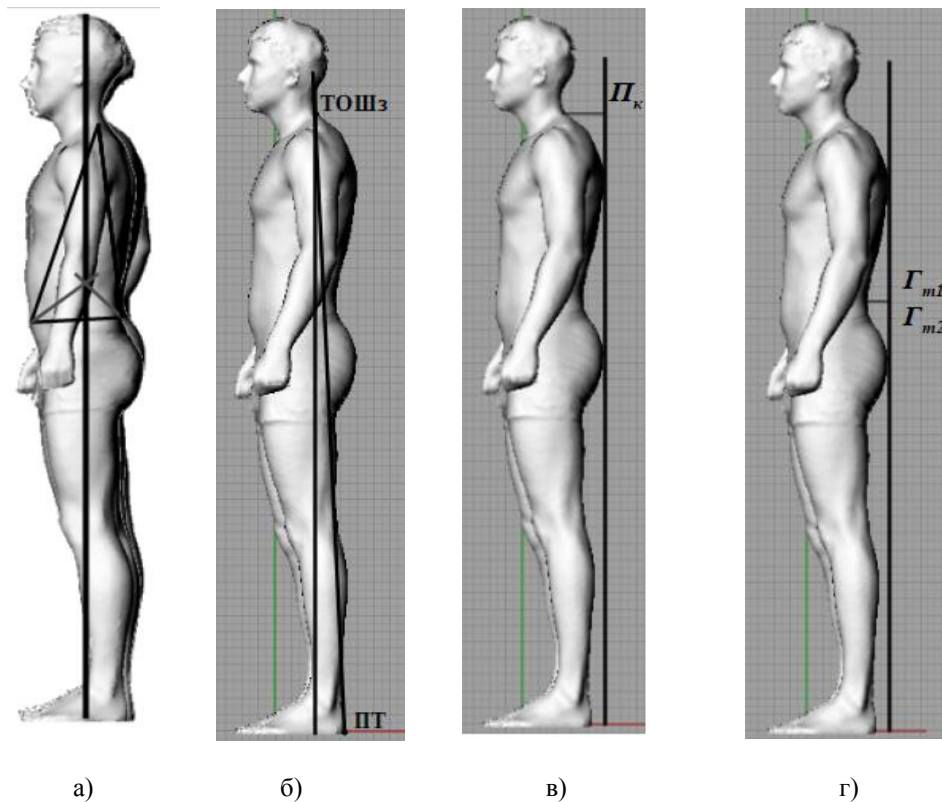


Рис. 1

Центр тяжести каждого клона находили на его профильной проекции путем пересечения биссектрис углов треугольника, вершинами которого являлись антропометрические точки: седьмой шейный позвонок, выступающая точка живота и задняя точка в месте пересечения заднего контура спины и уровня линии талии (рис.1-а). Вертикаль через центр тяжести использовали как будущее место точек для последующей разметки горизонтальных сечений по высоте цифрового клона.

Параллельно были измерены проекционные размерные признаки относительно точек, принадлежащих заднему контуру фигуры. Угол пространственной ориентации фигуры $У_{\text{поф}}$ измеряли между перпен-

дикулярном, опущенным из местоположения седьмого шейного позвонка (ТОШз) к плоскости стояния фигуры, и наклонной линией, соединяющей седьмой шейный позвонок и крайнюю пяточную точку (ПТ) (рис.1-б). Диапазон его изменения составил 0,45 до 3,82 град. Значения всех измеренных размерных признаков приведены в табл. 1.

С помощью этих размерных признаков в трехмерном пространстве можно определить координаты следующих точек будущего каркаса ТЦД: седьмой шейный позвонок, выступающая точка лопаток, задняя точка по линии талии, ягодичная и пяточная точки.

Размерный признак, единица измерения	Значение размерного признака для номера полнотной группы			
	1	2	3	4
P_k , см	$5,9 \pm 2,5$	$6,6 \pm 2,0$	$5,5 \pm 1,65$	$5,7 \pm 1,9$
$\Gamma_{т1}$, см	$4,7 \pm 2,8$	$5,6 \pm 4,0$	$4,3 \pm 1,9$	$3,8 \pm 2,2$
$\Gamma_{т2}$, см	$7,65 \pm 3,05$	$7,55 \pm 3,65$	$7,6 \pm 2,5$	$8,25 \pm 1,25$
$У_{\text{поф}}$, град	$1,08 \pm 0,63$	$2,3 \pm 0,26$	$1,9 \pm 0,42$	$3,27 \pm 0,55$

Для нахождения множества точек на поверхности будущего каркаса типовой фигуры каждый цифровой клон рассекали горизонтальными сечениями, начиная от низа и заканчивая уровнем верхушечной точки с шагом 2 см в программе Rhinoceros. Для каждого клона получали от 82 до 96 сечений. Полученные на каждом уровне сече-

ния совмещали в общем центре тяжести для их усреднения. На рис. 2 показаны примеры совмещенных сечений в общем центре тяжести, принадлежащем перпендикуляру из центра тяжести фигуры (рис.1-а), и их усредненные сечения на уровнях груди (а), талии (б) и бедер (в).

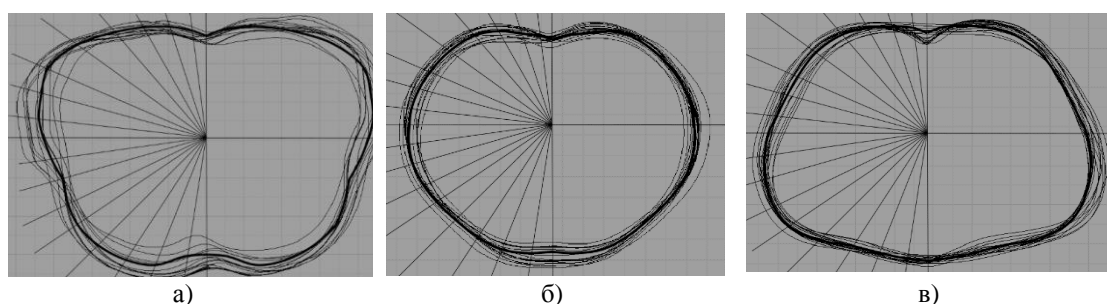


Рис. 2

Чтобы получить усредненное сечение для фигуры каждой полнотной группы, множества сечений обрабатывали следующим образом [9]. Из центра тяжести проводили лучи с шагом в 10 град, вдоль которых измеряли расстояния от центра до контура сечения. Используя средние значения длин лучей, строили усредненные сечения.

Из полученных 82...96 сечений формировали каркасы ТЦД из сплайнов первого, второго и третьего порядков, удовлетворяющих требованиям непрерывности, непрерывности касательной и непрерывности второй производной (кубический сплайн). Поскольку поверхность ТЦД является сложным объектом, то для ее создания использовали все три типа NURBS поверхности. На рис. 3 показан пример каркаса, разработанного по усредненным сечениям в программе Rhinoceros (а), и поверхность ТЦД второй полнотной группы, рост 182 см (б).

В качестве критериев качества проектирования ТЦД были взяты минимальные от-

клонения между размерными признаками типовых фигур и соответствующими им измерениям ТЦД.

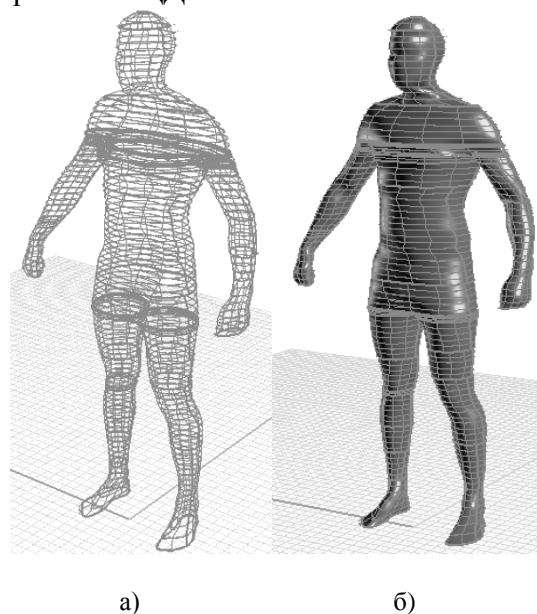


Рис. 3

Рассмотрим пример проверки разработанного ТЦД на примере мужской фигуры

второй полнотной группы (рост – 182, $O_{г3}$ – 100, $O_{т}$ – 84). Проверку проводили путем сравнения двух цифровых двойников, сгенерированных по следующим схемам:

1) первый цифровой двойник ТЦД1 генерировали в программе Rhinoceros на основе описанного разработанного алгоритма с использованием всей совокупности размерных признаков российской типовой фигуры [8] и дополнительных горизонтальных сечений и проекционных измерений (рис.1...3, табл.1);

2) второй цифровой двойник ТЦД2 генерировали в программе CLO-3D путем модификации существующего аватара из библиотеки программы в соответствии с размерными признаками типовой фигуры [8]: 12 обхватов (груди третий $O_{г3}$, груди четвертый $O_{г4}$, талии $O_{т}$, бедер $O_{б}$, шеи $O_{ш}$, плеча $O_{п}$, предплечья $O_{пп}$, запястья $O_{зап}$, бедра $O_{бед}$, колена $O_{к}$, икроножной

мышцы $O_{и}$, щиколотки $O_{щ}$) и трех высот (линии талии $В_{лт}$, коленной точки $В_{к}$, точки основания шеи сбоку $В_{тош}$). Выбор именно этих размерных признаков обусловлен ограничениями, имеющимися в программе CLO-3D

Оба ТЦД имели следующие одинаковые показатели: (1) рост, перечисленные обхваты и высоты; (2) форма спины – нормальная; (3) проекционные размерные признаки, см [12]: положение корпуса $8,1 \pm 1,0$, высота плеч $6,4 \pm 0,75$. Другие размерные признаки не совпадали.

На рис. 4 представлены оба ТЦД (а, б), их горизонтальные сечения на уровне $O_{г3}$ (в) и измерения ширины груди и спины (г), а также вертикальные сечения через точку основания шеи сбоку ($ТОШс$) до уровня линии талии в программе Rhinoceros (1) и CLO 3D (2) (д).

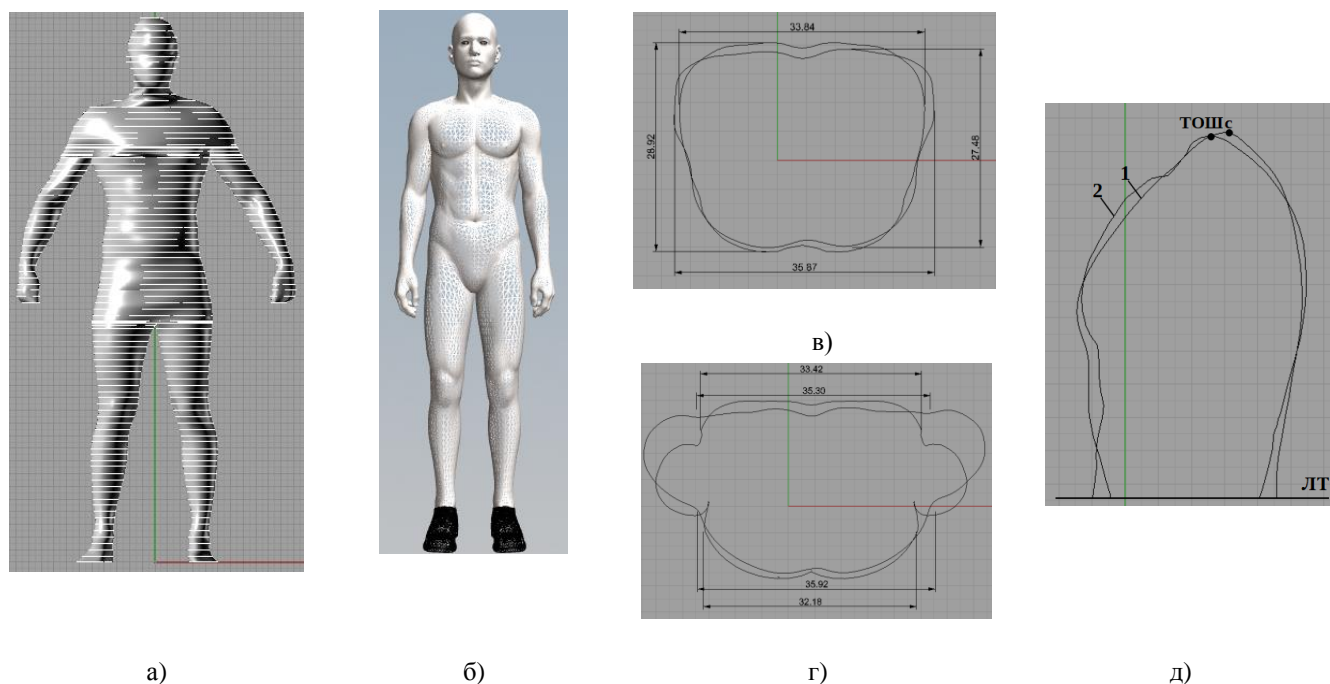


Рис. 4

Из рис. 4-в,г видно, что на уровнях обхватов груди, талии и бедер поперечные и переднезадние диаметры сравниваемых ТЦД не равны друг другу. У ТЦД1 на уровне $O_{г3}$ поперечный диаметр больше переднезаднего, а горизонтальное сечение имеет эллипсообразный вид. Подобное со-

четание соотношений диаметров характерно для морфологии российских фигур. У ТЦД2 переднезадний диаметр почти равен поперечному и по внешнему виду соответствует окружности. Невозможность воспроизведения нужного сечения ограничено возможностями программы: изменение об-

хватов происходит посредством передвижения рычагов по заложенному алгоритму, который разработан на основе корреляционных зависимостей, не характерных для российской типологии.

Вертикальные сечения в средней сагитальной плоскости также имеют отличия для обоих ТЦД. Из рис. 4-д видно, что отличия существуют в длинах участков переднезадней дуги фигуры, измеряемой между линиями талии спереди и сзади через точку основания шеи ТОШ. Такие соотношения между диаметрами влияют на ширину груди и спины и впоследствии могут

привести к дефектам посадки виртуальной одежды.

Таким образом, имеются значительные отличия между двумя сгенерированными в разных программах ТЦД. Естественно, что такие различия приведут к возникновению разных по величине воздушных зазоров и отразятся на реалистичности виртуальной одежды.

В табл. 2 приведены абсолютные значения разностей между величинами измерений ТЦД1 и ТЦД2 и приведено допустимое отклонение по действующему стандарту [8].

Т а б л и ц а 2

Параметры	Места измерения размерных признаков					
	на уровне обхвата груди третьего		на уровне		дуга верхней части туловища через точку основания шеи сбоку	
	диаметр поперечный	диаметр переднезадний	ширины спины	ширины спины	спереди	сзади
	дп	дп-з	Шг	Шс	Дтп1	Дтс1
Разница между измерениями ТЦД1 и ТЦД2	2,03	1,44	3,2	1,8	1,4	0,6
Допустимое отклонение [8]	-	-	1,4	1,0	0,7	0,2

Видно, что разность между ТЦД1, который можно рассматривать в качестве эталонного российской типовой фигуры, и ТЦД2, сгенерированного в доступной программе с частичным использованием размерных признаков типовой фигуры, значительно превышают величины допустимых отклонений. Поэтому использование ТЦД2 при выполнении виртуальной примерки одежды для российского потребителя нецелесообразно.

При выполнении симуляции виртуальной одежды на ТЦД1, разработанном с учетом антропоморфных особенностей российского населения, предпочтительней, так как это снизит количество дефектов, возникающих из-за несоответствия параметрам фигуры, и тем самым повысит качество цифровой посадки.

Все цифровые клоны 110 фигур и разработанные ТЦД параметризованы и представлены трехмерными объектами в формате *.obj, что позволяет легко интегриро-

вать их в любой САПР общего и специального назначения и проводить виртуальную примерку одежды на цифровых двойниках фигур российских потребителей.

В Ы В О Д Ы

1. Созданы цифровые двойники мужских типовых российских фигур.
2. Разработаны принципы проектирования цифровых двойников типовых российских фигур на основе новой антропометрической информации, включающей горизонтальные и вертикальные сечения, а также угол пространственной ориентации фигуры.
3. Показано, что использование цифровых аватаров из программы CLO-3D в качестве цифровых двойников российских типовых фигур не позволяет воспроизвести все морфологические особенности и не гарантирует воспроизведения условий реальной примерки.

1. Кузьмичев В.Е. Цифровые технологии в дизайне одежды: ожидания VS реальность / Мультиканальная платформа Индустрии Моды [Электронный ресурс]. <https://e-mm.ru> (дата обращения 14.11.2019).
2. Блюм В.С., Килимова А.Д. Проблемы и пути цифровизации легкой промышленности // Актуальные проблемы экономики и управления. – С-П, 2019, №4. С. 33...39.
3. ISO 7250-1:2017 Basic human body measurements for technological design — Part 1: Body measurement definitions and landmarks [Электронный ресурс]. ISO. [сайт]. [2019]. URL:<https://www.iso.org/standard/65246.html> (дата обращения 04.10.2019)
4. ISO/TR 7250-2:2010 Basic human body measurements for technological design — Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations [Электронный ресурс]. ISO. [сайт]. [2019]. URL:<https://www.iso.org/standard/41249.html> (дата обращения 04.10.2019).
5. ISO 20685-1:2018 3D-scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 1: Evaluation protocol for body dimensions extracted from 3D-body scans [Электронный ресурс]. ISO. [сайт]. [2019]. URL:<https://www.iso.org/standard/63260.html> (дата обращения 04.10.2019).
6. ISO 20685-2:2015 Ergonomics – 3D-scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions [Электронный ресурс]. ISO. [сайт]. [2019]. URL:<https://www.iso.org/standard/63261.html> (дата обращения 04.10.2019).
7. <https://www.transmetall.ru/articles/?ID=409271> (дата обращения 10.01.2020).
8. Типовые фигуры мужчин. Размерные признаки для проектирования одежды. – М: ОАО "ЦНИИШП", 2005.
9. Кузьмичев В.Е., Жукова И.В., Гниденко А.В., Ли Ю. Методика обработки оцифрованных изображений фигур и одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №1. С.90...93.
10. <https://www.rhino-3d.ru/> (дата обращения 10.01.2020).
11. <https://www.clo3d.com/> (дата обращения 10.01.2020).
12. Дунаевская Т.Н., Кобляков Е.Б., Ивлева Г.С., Ивлева Р.В. Основы прикладной антропологии и биомеханики / Под ред. Е.Б. Кобляковой. – С-Пб.: Инф.-изд. центр МГУДТ, 2005.
1. Kuz'michev V.E. Tsifrovyye tekhnologii v dizayne odezhdyy: ozhidaniya VS real'nost' / Mul'tikanal'naya platforma Industrii Mody [Elektronnyy resurs]. <https://e-mm.ru> (data obrashcheniya 14.11.2019).
2. Blyum V.S., Kilimova A.D. Problemy i puti tsifrovizatsii legkoy promyshlennosti // Aktual'nye problemy ekonomiki i upravleniya. – S-P, 2019, №4. S.33...39.
3. ISO 7250-1:2017 Basic human body measurements for technological design — Part 1: Body measurement definitions and landmarks [Elektronnyy resurs]. ISO. [sayt]. [2019]. URL:<https://www.iso.org/standard/65246.html> (data obrashcheniya 04.10.2019)
4. ISO/TR 7250-2:2010 Basic human body measurements for technological design — Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations [Elektronnyy resurs]. ISO. [sayt]. [2019]. URL:<https://www.iso.org/standard/41249.html> (data obrashcheniya 04.10.2019).
5. ISO 20685-1:2018 3D-scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 1: Evaluation protocol for body dimensions extracted from 3D-body scans [Elektronnyy resurs]. ISO. [sayt]. [2019]. URL:<https://www.iso.org/standard/63260.html> (data obrashcheniya 04.10.2019).
6. ISO 20685-2:2015 Ergonomics – 3D-scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases — Part 2: Evaluation protocol of surface shape and repeatability of relative landmark positions [Elektronnyy resurs]. ISO. [sayt]. [2019]. URL:<https://www.iso.org/standard/63261.html> (data obrashcheniya 04.10.2019).
7. <https://www.transmetall.ru/articles/?ID=409271> (data obrashcheniya 10.01.2020).
8. Tipovyye figury muzhchin. Razmernyye priznaki dlya proyektirovaniya odezhdyy. – M: OAO "TsNIISHP", 2005.
9. Kuz'michev V.E., Zhukova I.V., Gnidenko A.V., Li Yu. Metodika obrabotki otsifrovannykh izobrazheniy figur i odezhdyy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2007, №1. S.90...93.
10. <https://www.rhino-3d.ru/> (data obrashcheniya 10.01.2020).
11. <https://www.clo3d.com/> (data obrashcheniya 10.01.2020).
12. Dunayevskaya T.N., Koblyakov E.B., Ivleva G.S., Ivleva R.V. Osnovy prikladnoy antropologii i biomekhaniki / Pod red. E.B. Koblyakovoy. – S-Pb.: Inf.-izd. tsentr MGUDT, 2005.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 17.05.21.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЖЕНСКОЙ ОДЕЖДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

DESIGNING THE CONSTRUCTION OF WOMEN'S CLOTHING USING A MATHEMATICAL MODEL

Н.С. МОКЕЕВА, А.Ж. ТАЛГАТБЕКОВА, И.Р. АБЕНОВА

N.C. MOKEEVA, A.ZH. TALGATBEKOVA, I.R. ABENOVA

(Российский государственный университет им А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
АО "Алматинский технологический университет", Республика Казахстан)

(Russian State University named after A.N.Kosygin (Technologies. Desing. Art),
"Almaty Technological University" JSC, Republic of Kazakhstan)

E-mail: mokeevamck@rambler.ru; akma.leo@mail.ru; inkaraabenova@mail.ru

В статье представлен анализ возможности использования методов математического моделирования при проектировании конструкции одежды (силуэтные формы, покрой, членение деталей и декор), что позволит создавать современные модели с учетом народных традиций автоматизированными методами. Также были рассмотрены 3 основных этапа составления математической модели в проектировании одежды: реальная система, построение концептуальной модели и модель системы.

The article analyzes the possibility of using mathematical modeling methods in the design of clothing structures (silhouette shapes, cut, division of details and decor), which will allow creating modern models based on folk traditions using automated methods. There were also considered 3 main stages of drawing up a mathematical model in the design of clothing: the real system, the construction of a conceptual model and the model of the system.

Ключевые слова: математические методы, переменные, объект, силуэтные формы, декор.

Keywords: mathematical method, variables, object, silhouette shapes, decor.

Проектирование одежды предполагает использование вариативных подходов, а также элементов комбинаторики, для эффективного применения которых требуются специальные математические модели, позволяющие проводить оценку вариантов действий.

Под моделью понимается специально синтезированный для удобства исследований объект, обладающий необходимой степенью подобия исходному объекту, адекватной целям и задачам исследования [1], [2].

В данном случае необходимая степень подобия подразумевает достижение объек-

тивного описания процесса проектирования одежды.

В представленной формулировке отсутствует требование максимально точного отображения исследуемого объекта, так как, во-первых, подобное условие усложнило бы задачу составления модели и, во-вторых, оно оказывается избыточным, поскольку в последующем анализе используется не вся информация об объекте. Поэтому уже на этапе составления модели необходимо представлять, какие данные будут использоваться в дальнейшем [3].

Цель при построении модели состоит в разработке адекватного представления реального процесса. Модель может быть математической, если в изучаемой проблеме можно выделить количественные свойства. В математике под моделью понимают некоторое множество с заданным на нем набором отношений. Математическая модель – это приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.

Метод математического моделирования, сводящий исследование явлений внешнего мира к математическим задачам, занимает ведущее место среди других методов исследования. Поэтому основным методом исследования сложных систем является моделирование процессов. При этом модели должны отражать структуру процесса и воспроизводить основные его характеристики. Практика показывает, что многие сложные производственные процессы могут быть описаны через сравнительно простые линейные модели [4], [5].

Процесс проектирования одежды можно представить в виде последовательности операций, определяющих силуэтные формы, покрой, членение деталей, декор и другие конструктивные решения, которые в сочетании с особенностями фигуры, традициями и тенденциями моды, эффектами зрительных и цветовых иллюзий будут придавать человеку индивидуальный образ, подчеркивать его достоинства и скрывать недостатки. При этом комбинирование элементов одежды и конструктивных решений должно выполняться в соответствии с правилами композиции и техническим заданием на конструкцию [6...8].

Для построения математической модели задачи проектирования одежды обозначим:

x_i – булеву переменную выбора силуэтной формы и покроя одежды ($x_i = 1$ – i -я силуэтная форма принимается, $x_i = 0$ – не принимается),

y_j – булеву переменную выбора членения и деталей одежды ($y_j = 1$ – j -я конструктивная деталь принимается, $y_j = 0$ – не принимается),

z_k – булеву переменную выбора декора и материала одежды ($z_k = 1$ – k -е решение принимается, $z_k = 0$ – не принимается).

Учитывая, что любое из возможных конструктивных решений, связанных с выбором силуэтных форм, покроя, членения, декора или материала, может быть использовано, либо не использовано в одежде, то для формализации указанного условия введем дополнительную булеву переменную v_n , определяющую условие включения n -го конструктивного решения в одежду ($v_n = 1$ – n -е конструктивное решение принимается, $v_n = 0$ – отвергается).

При составлении математической модели необходимо учесть ограничения на возможные комбинации силуэтных форм, покроя и членение деталей одежды, ограничения на выбор сочетания деталей одежды и принимаемых конструктивных решений в одежде, ограничения на соответствие выбранного декора (орнамента) и ритма силуэтным формам и деталям одежды. Кроме этого следует учесть ограничения ресурсного характера, определяющие технические, технологические, материальные и финансовые возможности предприятий [9].

В качестве критерия эффективности целесообразно выбирать максимизацию сочетаемости силуэтных форм, покроя, членений, конструктивных решений и декорирования одежды [10]. Тогда задачу оптимизации проектирования одежды можно сформулировать следующим образом: определить силуэтные формы, покрой, членение деталей и декор (орнамент) одежды, удовлетворяющие заданным требованиям и ограничениям на конструкцию и обеспечивающие целевой функции максимальное значение сочетаемости ее элементов.

Например, задающие требования к сочетаемости силуэтных форм, покроя и членения деталей можно представить в следующем виде:

$$\sum_{i \in L_1} x_i + \sum_{j \in M_1} y_j - v_n \leq 1, \quad (1)$$

$$\sum_{i \in L_2} x_i + \sum_{j \in M_2} y_j \leq 1, \quad (2)$$

где L_1, M_1 – соответственно множество силуэтных форм и видов покроя одежды и членения, сочетание которых допустимы;

L_2, M_2 – множество силуэтных форм и деталей, сочетание которых не рекомендованы.

В зависимости от требований к точности описания протекающих процессов с учетом многогранности исследуемой системы для всестороннего ее изучения может потребоваться множество дополнительных моделей. Первый шаг в этом направлении делается в сторону локализации проблемы или ее функциональных элементов в виде некоторых отдельных частей [11]. Таким образом, выявляется структура системы как совокупность замкнутых по тому или иному принципу элементов. Такие элементы объединяются в системы связями, характеризующими зависимость элементов друг от друга, а затем для каждой из них составляются модели.

Процесс составления модели условно можно разбить на три основных этапа: этап анализа системы, этап синтеза модели и этап проверки адекватности модели и системы. Общая схема формирования модели приведена на рис. 1.

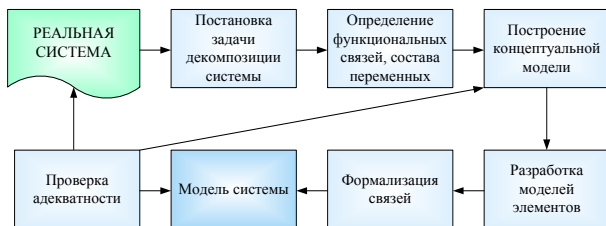


Рис. 1

ВЫВОДЫ

Для построения математической модели предложены булевы переменные, которые в дальнейшем позволят эффективнее решать задачу проектирования современной одежды в аспекте определения силуэтной формы, покроя, членения деталей и декора (орнамент). Также рассмотрены 3 основных этапа составления математической модели: реальная система, построение концептуальной модели и модель системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заев В.А. Моделирование и оптимизация технологических процессов в раскройном производстве. – М.: ИИЦ МГУДТ, 2015.

2. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]. – Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/736623> - Дата доступа: 29.10.2020

3. Талгатбекова А.Ж. Создание концептуальной модели процесса проектирования современной одежды на базе традиционного костюма // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №6. С.172...175.

4. Мокеева Н.С., Трущенко Г.Н., Талгатбекова А.Ж., Ашимова Е.А., Оспан А. Оптимизация величин конструктивных прибавок утепленной одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 6. С. 191...193.

5. Петри Э.М. Альтернативные технологии соединения тканей // Технология производства одежды. – 2015. С. 337...371.

6. Гунта Д. Антропометрия, дизайн и производство одежды: обзор // Антропометрия, размерность и дизайн одежды. – 2014. С. 34...66.

7. Ли Ю.А. Компьютерный дизайн и цифровая подгонка одежды // Антропометрия, размерность и дизайн одежды. – 2014. С. 305...319.

8. Гершак Елка. Планирование и организация производства одежды // Проектирование процессов производства одежды. – 2013. С. 87...104.

9. ResearchGate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/342010404_Mathematics_in_clothing. – Дата доступа: 29.10.2020

10. Новицкий Тадеуш, Санюк Анна, Вацковский Роберт. Оптимизация распределения одежды для Склада Арендной компании // Достижения в области социальной и профессиональной эргономики. – 2019. С. 386...397. DOI:10.1007/978-3-319-94000-7_39

11. Новицкий Т., Вацковский Р., Халид Саид, Хоменда Владислав, Чаки Ритупарна. Ориентированный на производительность кооперативный подход к планированию задач ИТ-проекта // Мат. 16-й Междунар. конф. IFIP по компьютерным информационным системам и управлению промышленностью (CISIM), июнь 2017 года. – Springer International Publishing, 2017. С. 354...365. Компьютерные информационные системы и управление промышленностью.

REFERENCES

1. Zaev V.A. Modelirovanie i optimizatsiya technologicheskikh protsessov v raskroynom proizvodstve. – M.: IITs MGUDT, 2015.

2. Vvedenie v matematicheskoe modelirovanie [Elektronnyy resurs]. – Internet-Universitet Informatsionnykh Tekhnologiy (INTUIT), 2016. Rezhim dostupa: <http://iprbookshop.ru/736623> - Data dostupa: 29.10.2020

3. Talgatbekova A.Zh. Sozdanie kontseptual'noy modeli protsessa proektirovaniya sovremennoy odezhdny na baze traditsionnogo kostyuma // Izvestiya Vys-

shikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2016, №6. S.172...175.

4. Mokeeva N.S., Trushchenko G.N., Talgatbekova A.Zh., Ashimova E.A., Ospan A. Optimizatsiya velichin konstruktivnykh pribavok uteplennoy odezhdy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 6. S. 191...193.

5. Petri E.M. Al'ternativnye tekhnologii soedineniya tkaney // Tekhnologiya proizvodstva odezhdy. – 2015. S. 337...371.

6. Gupta D. Antropometriya, dizayn i proizvodstvo odezhdy: obzor // Antropometriya, razmernost' i dizayn odezhdy. – 2014. S. 34...66.

7. Li Yu.A. Komp'yuternyy dizayn i tsifrovaya podgonka odezhdy // Antropometriya, razmernost' i dizayn odezhdy. – 2014. S. 305...319.

8. Gershak Elka. Planirovanie i organizatsiya proizvodstva odezhdy // Proektirovanie protsessov proizvodstva odezhdy. – 2013. S. 87...104.

9. ResearchGate [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.researchgate.net/publication/>

342010404_Mathematics_in_clothing. – Data dostupa: 29.10.2020

10. Novitskiy Tadeush, Sanyuk Anna, Vashchkovskiy Robert. Optimizatsiya raspredeleniya odezhdy dlya Sklada Arendnoy kompanii // Dostizheniya v oblasti sotsial'noy i professional'noy ergonomiki. – 2019. S.386...397. DOI:10.1007/978-3-319-94000-7_39

11. Novitski T., Vashchkovskiy R., Khalid Said, Khomenda Vladislav, Chaki Rituparna. Orientirovanny na proizvoditel'nost' kooperativnyy podkhod k planirovaniyu zadach IT-proekta // Mat. 16-y Mezhdunar. konf. IFIP po komp'yuternym informatsionnym sistemam i upravleniyu promyshlennost'yu (CISIM), iyun' 2017 goda. – Springer International Publishing, 2017. С. 354...365. Komp'yuternye informatsionnye sistemy i upravlenie promyshlennost'yu.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров АО "АТУ". Поступила 15.05.21.

УДК 677.054.3
DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_117

**МЕХАНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ В ДИНАМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ
ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВОГО МЕХАНИЗМА
РЕМИЗНОГО ДВИЖЕНИЯ ТКАЦКИХ МАШИН**

**THE MECHANICAL CHAINS FOR DYNAMIC ESTIMATION
OF JOINT-ROD HEALD MOTION
MECHANISMS OF WEAVING MACHINES**

В.А. ГРИГОРЬЕВ, С.В. ХЕЙЛО

V.A. GRIGORIEV, S.V. KHEYLO

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

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

E-mail: xtpaxt@yandex.ru

В статье рассматривается применение метода механических цепей для динамической оценки шарнирно-стержневого механизма ремизного движения (МРД) ткацких машин с учетом зазоров в шарнирах. Построена динамическая модель МРД, в которой отдельные шарниры представлены как упругие звенья, определенные с использованием известной модели шарнира с зазором. На основе динамической модели составлена механическая цепь механизма и получены расчетные зависимости, позволяющие определить дополнительные силы в шарнирах и в механизме в целом, вызванные возбуждающим воздействием. Расчетные зависимости получены в области комплексных чисел как функции круговой частоты вращения главного вала ткацкой машины при движении механизма на малых перемещениях, соизмеримых с величинами зазоров в шарнирах.

This paper relates to application of the mechanical chain method to perform a dynamic estimation of a heald motion joint-rod mechanism taking into account a clearance in joints. A dynamic model of the heald motion joint-rod mechanism wherein some joints are provided as an elastic linkage that defined using the known model of articulated joint clearance. Based on the dynamic model of the mechanism the mechanical chain is made and the designed relations are obtained that allow to calculate additional forces in the joints and the mechanism in general induced by an exciting impact. These designed relations have been obtained in field of complex numbers as a circular rotating frequency function of weaving machine main shaft when the heald motion mechanism moves at minor displacement which is commensurable for joint clearance value.

Ключевые слова: зазор, шарнир, механическая цепь, механизм ремизного движения.

Keywords: joint, joint clearance, mechanical chain, heald motion mechanism.

Высокоскоростное ткачество, реализованное на пневматических ткацких машинах с рабочими скоростями от 500 мин^{-1} до 1200 мин^{-1} , оказывает существенное влияние на динамические условия функционирования основных механизмов ткацкой машины. Это приводит к необходимости при проектировании механизмов учитывать параметры звеньев, оказывающих значимое влияние на динамические показатели механической системы. В частности, эта задача актуальна для механической системы многозвенного шарнирно-стержневого механизма ремизного движения (МРД) зевообразовательного механизма (ЗОМ) типа Sulzer-СТБ [1] (рис. 1). На рис. 1 система звеньев $O_1A-AB-BO_2C-CD$ представляет механизм силового привода, а звенья DEF , EO_3G-GH и FO_4K-KL – механизм ремизного движения (МРД).

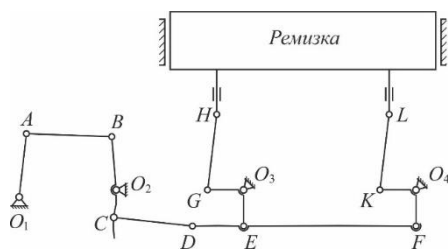


Рис. 1

Динамический расчет МРД, как правило, проводится с использованием математической модели, построенной на основе метода кинестатики. Результатом такого расчета является определение сил в функции угла $\varphi_{г.л.в}$ поворота главного вала ткацкой машины, действующих в кинематических парах (шарнирах), принятых как идеальные пары. Фактически, эти силы имеют колебательный характер. На практике такой расчет применим при скоростях до $360...400 \text{ мин}^{-1}$. На более высоких скоростях значения и характер нагрузок в звеньях механической системы МРД, полученных по данным эксперимента, не согласуются с данными кинестатических расче-

тов [2]. Одной из причин этого является проявление упругих свойств системы ЗОМ, и в большей степени – МРД, за счет упругости звеньев механизма и дополнительной подвижности звеньев, обусловленной зазорами в шарнирах.

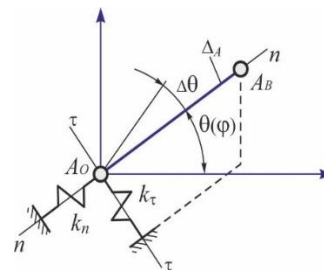


Рис. 2

Предложена математическая модель динамического расчета МРД, в которой кинематическая пара шарнирно-стержневого механизма с зазором представлена как динамическое звено. При составлении математической модели было принято, что при силовом воздействии на механическую систему МРД в зазорах шарниров обеспечивается сохранение кинематического контакта, и в этих условиях можно считать, что на малых перемещениях, соизмеримых с зазором в кинематической паре, восстанавливающая сила может быть линеаризована, а шарнир с зазором можно представить с использованием модели шарнира, предложенной И.И. Вульфсоном [3] (рис. 2). Модель шарнира А с зазором представлена в виде безмассового звена, соответствующего некоторому маятнику длиной, равной длине отрезка $AOAB$, ось AO которого упруго связана с втулкой AB шарнира. Угол положения маятника $\theta = \theta(\varphi_i) + \Delta\theta$, где $\theta(\varphi_i)$ – составляющая, $\theta(\varphi_i) = \arctg(Ry/Rx)$, $\Delta\theta$ – составляющая, возникающая при реализации дополнительной степени свободы за счет колебаний маятника, $\varphi_i = \omega t$ – угол поворота ведущего звена механизма; R_x , R_y – соответствующие проекции реакции R_A в шарнире между осью.

Угол θ , характеризующий положение безмассового звена АОАВ, соответствует направлению реакции R_A в шарнире А, и принято допущение, что $\theta = \theta(\varphi_i)$ и $\Delta\theta = 0$.

В такой модели нормальный $k^{(n)}$ и тангенциальный $k^{(\tau)}$ коэффициенты жесткости оси шарнира являются составляющими коэффициента жесткости k . Поскольку обычно доминирующую роль играет изгибная жесткость $k^{(изг)}$ оси шарнира, приведенные значения жесткости этих составляющих для шарнира А могут быть представлены:

$$k^{(n)} = k^{(изг)}; \quad k^{(\tau)} = \frac{k^{(n)} |R_A|}{k^{(n)} \Delta_A + |R_A|}.$$

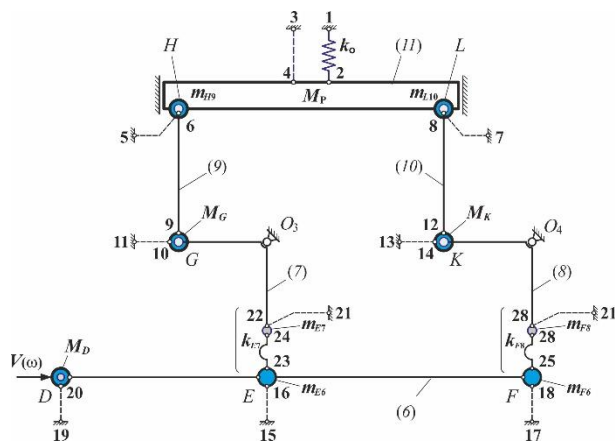


Рис. 3

Структурно-динамическая схема МРД ткацкой машины СТБУ-190 с учетом зазоров в шарнирах Е и F и механическая цепь при кинематическом возбуждении $V(\omega)$ при наличии нитей основы представлены на рис. 3, 4. На схемах МРД и механической цепи каждый структурный элемент, представляющий сосредоточенные параметры "масса m " и "упругость k " (динамические звенья), является двухполюсником, и точки с числами 1-2, 3-4 и т.д. обозначают его полюса, η_7, η_8, η_9 и η_{10} – соответственно передаточные отношения точек сосредоточения параметров звена EO_3G (7), FO_4K (8), GH (9) и KL (10). Сосредоточенные параметры "масса" для каждого жесткого стержневого звена представлены в виде замещающих

Шарнирные соединения МРД введены в расчетную схему в виде упругой пары с коэффициентом жесткости $k^{(\tau)}$. Зазор в механической системе МРД в виде упругого соединения придает механизму свойства упругости, и математическая модель описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений. Метод механических цепей (МЦ) допускает рассмотрение зазора в шарнире как упругого звена [4]. Данный метод применен для анализа многозвенного механизма МРД на малых перемещениях, соизмеримых с величинами зазоров в шарнирах. Каждое звено представляется как система взаимосвязанных сосредоточенных параметров: "масса", "упругость", "сопротивление". В динамической модели эти параметры представлены в виде динамических звеньев.

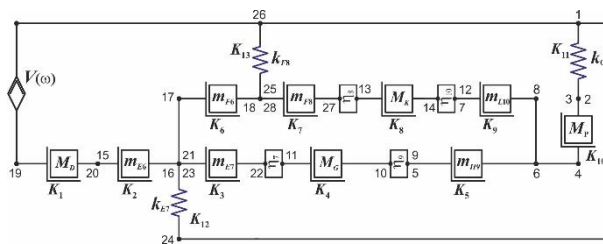


Рис. 4

масс звена в местах размещения соответствующих ему шарниров. Замещающие массы звеньев с одной точкой сосредоточения (шарнир) $M_D = m_{D5} + m_{D6}$, $M_G = m_{G7} + m_{G9}$, $M_K = m_{K8} + m_{K10}$; m_{n9}, m_{L10} и M_P – масса резинки; k_0, k_{E7} и k_{F8} – соответственно сосредоточенные параметры упругости нитей основы, шарниров Е и F, k_0 – коэффициент жесткости заправки нитей основы (рис. 3 – структурно-динамическая схема МРД ткацкой машины СТБУ-190 с учетом упругости шарнирных соединений Е и F и рис. 4 – механическая цепь МРД ткацкой машины СТБУ-190 с учетом зазоров шарниров Е и F при кинематическом возбуждении $V(\omega)$).

В рамках теории механических цепей каждый сосредоточенный параметр и их со-

четания описываются уравнениями в поле комплексных чисел как функции круговой частоты ω вращения при силовом или кинематическом возбуждении соответственно силой $Q(\omega)$ или со скоростью $V(\omega)$, а расчеты выполняются с использованием комплексных амплитуд [5]. При кинематическом возбуждении, характерном для МРД, уравнение каждого параметра определено как комплексная кинематическая характеристика, описывающая подвижность системы, как реакции звена, группы звеньев или элемента механической системы в виде силы $Q(\omega)$, вызванной кинематическим возбуждением $V(\omega)$.

$$K_1 = \frac{1}{j\omega m_D}, K_2 = \frac{1}{j\omega m_{E6}}, K_3 = \frac{1}{j\omega m_{E7}}, K_4 = \frac{1}{j\omega M_G}, K_5 = \frac{1}{j\omega m_{H9}}, K_6 = \frac{1}{j\omega m_{F6}},$$

$$K_8 = \frac{1}{j\omega M_K}, K_9 = \frac{1}{j\omega m_{L10}}, K_{10} = \frac{1}{j\omega M_P}, K_{11} = j\frac{\omega}{k_O}, K_{12} = j\frac{\omega}{k_{E7}}, K_{13} = j\frac{\omega}{k_{F8}}. \quad (1)$$

Было получено следующее выражение для полной комплексной кинематической характеристики K_{1-13} в виде уравнения [4]:

$$K_{1-13} = \frac{(\omega_{09}^2 - \omega^2)(\omega_{010}^2 - \omega^2)(\omega_{011}^2 - \omega^2)}{j\omega(k_{E7} + k_{F8} + k_O)(\omega_{07}^2 - \omega^2)(\omega_{08}^2 - \omega^2)}. \quad (2)$$

В уравнении (2) круговые частоты ω_{07} , ω_{08} , ω_{09} , ω_{010} и ω_{011} являются частотами ло-

Выражение для вычисления полной комплексной кинематической характеристики K_{1-13} механической системы можно получить в виде суммы составляющих частных комплексных кинематических характеристик K_i , определяемой соединением – параллельным или последовательным – отдельных структурных элементов или их групп в механической цепи. Для механической цепи частные комплексные кинематические характеристики представлены отдельными структурными элементами цепи и имеют вид:

кальных резонансов скоростей. В рамках теории механических цепей под резонансом скоростей понимаются значения, при которых комплексная кинематическая характеристика структурного элемента равна нулю. Сила $Q(\omega)$ на входе механической системе МРД (шарнир D), вызванная кинематическим возбуждением со скоростью $V(\omega)$, определяется из выражения:

$$Q(\omega) = \frac{V(\omega)}{K_{1-13}} = jV(\omega) \frac{\omega(k_{E7} + k_{F8} + k_O)(\omega_{07}^2 - \omega^2)(\omega_{08}^2 - \omega^2)}{(\omega_{09}^2 - \omega^2)(\omega_{010}^2 - \omega^2)(\omega_{011}^2 - \omega^2)}. \quad (3)$$

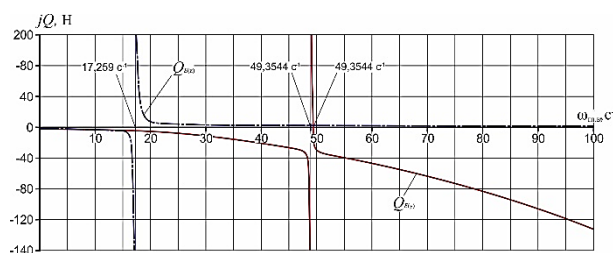


Рис. 5

Результаты расчета представлены в виде графиков (рис. 5 – графики изменения сил $Q_{E(x)}$ (идеальный шарнир E) и $Q_{E(y)}$ (упругая пара E) и рис. 6 – графики изменения сил $Q_{F(x)}$ (идеальный шарнир F) и $Q_{F(y)}$

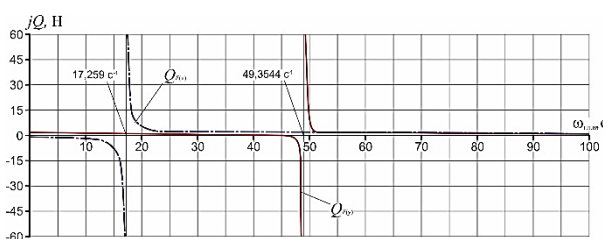


Рис. 6

(упругая пара F)). Рассматривая шарниры E и F как упругие пары, сила Q_{13} (шарнир E) во много раз больше силы Q_{12} (шарнир F), которые, складываясь с силами в соответствующих шарнирах, полученными кинематическими характеристиками, определяют результирующую силу в шарнире D.

тостатическим расчетом, приводят к значительно более высокой нагрузке в шарнире E, чем в шарнире F: В результате участок EF продольной тяги DFF (6) находится в условиях действия изгибающих сил, при этом с ростом круговой частоты $\omega_{\text{гл.в}}$ величины сил изгиба возрастают. Таким образом, можно объяснить одну из причин выхода из строя продольной тяги МРД.

ВЫВОДЫ

Представленный подход к исследованию МРД типа Sulzer-СБТ и полученные расчетные зависимости показывают возможность использования метода механических цепей в рамках решаемой задачи – динамической оценки многосвязных механизмов с жесткими звеньями. Результаты динамической оценки МРД, в котором шарниры продольной тяги введены в расчет как упругие звенья – шарниры E и F, дали возможность установить величины дополнительных сил в этих шарнирах, вызванных кинематическим возбуждением. Эти силы вызывают изгиб продольной тяги, создавая условия, ускоряющие выход ее из строя. Значение силы возрастает с увеличением круговыми частотами вращения главного вала ткацкой машины, что дает основание говорить об ограничении использования МРД с жесткими звеньями на ткацких машинах с круговыми частотами вращения главного вала до 400 мин^{-1} ($41,89 \text{ с}^{-1}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Дицкий А.В., Малафеев Р.М., Терентьев В.И., Туваева А.А. Основы проектирования машин ткацкого производства / Под общ. ред. А.В. Дицкого. – М.: Машиностроение, 1983.
2. Гаврилов А.Н. Исследование и усовершенствование рычажно-стержневых систем ремизного движения ткацких машин: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2014.
3. Вульфсон И.И. Критерии для анализа псевдодара при сохранении кинематического контакта в зазорах шарниров // Теория механизмов и машин. Том 5. – 2007, №1. С. 22...37.
4. Дружинский И.А. Механические цепи. – Л.: Машиностроение, 1977.
5. Иорши Ю.И. Виброметрия: Измерение вибрации и ударов: Общая теория, методы и приборы. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машгиз, 1963.

REFERENCES

1. Ditskiy A.V., Malafeev R.M., Terent'ev V.I., Tuvaeva A.A. Osnovy proektirovaniya mashin tkatskogo proizvodstva / Pod obshch. red. A.V. Ditskogo. – M.: Mashinostroenie, 1983.
2. Gavrilov A.N. Issledovanie i usovershenstvovanie rychazhno-sterzhnevykh sistem remiznogo dvizheniya tkatskikh mashin: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – M., 2014.
3. Vul'fson I.I. Kriterii dlya analiza psevdoudara pri sokhranении kinematicheskogo kontakta v zazorakh sharnirov // Teoriya mekhanizmov i mashin. Tom 5. – 2007, №1. S. 22...37.
4. Druzhinskiy I.A. Mekhanicheskie tsepi. – L.: Mashinostroenie, 1977.
5. Iorish Yu.I. Vibrometriya: Izmerenie vibratsii i udarov: Obshchaya teoriya, metody i pribory. – 2-e izd. pererab. i dop. – M.: Mashgiz, 1963.

Рекомендована кафедрой теоретической и прикладной механики. Поступила 01.06.21.

УДК 677.011

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_122

**ПРИМЕНЕНИЕ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕРОВНОТЫ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ**

**APPLICATION OF SINGULAR SPECTRAL ANALYSIS
TO STUDY THE UNEVENNESS OF TEXTILE PRODUCTS**

В.В. ВОЛКОВ, А.Д. СЕМЕНОВ, Н.К. ПАКУЛОВА

V.V. VOLKOV, A.D. SEMENOV, N.K. PAKULOVA

(Пензенский государственный технологический университет,
Пензенский государственный университет)

(Penza State Technological University,
Penza State University)

E-mail: volkovv@penzgtu.ru

Статья посвящена анализу волокнистых продуктов посредством сингулярного спектрального анализа временных рядов неровноты. Рассмотрены особенности применения данного метода в текстильных технологиях, отмечены некоторые значимые его преимущества по сравнению с традиционными методами.

The article is devoted to the analysis of fiber products by means of singular spectral analysis of time series of unevenness. Features of this method application in textile technologies are considered, some significant advantages in comparison with traditional methods are noted.

Ключевые слова: сингулярный спектральный анализ временных рядов, волокнистый продукт, неровнота, линейный спектр.

Keywords: singular spectral analysis of time series, fiber product, unevenness, linear spectrum.

Параметры неравномерности текстильных материалов исследуются классическими методами спектрального анализа и их модификациями [1...3]. В настоящей ра-

боте применен аппарат сингулярного спектрального анализа (ССА), позволяющий исследовать стационарные и нестационарные временные ряды [4], [5].

В соответствии с процедурой ССА-анализа исходная постановка задачи спектрального ССА-анализа, как и гармонического анализа, заключается в двух трудно формализуемых процедурах: в выборе длины окна L и выборе ограниченного количества усредненных временных рядов Y_i для формирования отфильтрованного сигнала.

Предлагается выбор длины окна L осуществлять с помощью синхронного накопления с последовательно изменяющимся интервалом накопления и последующей оценкой среднеквадратичного отклонения отфильтрованного сигнала. Наличие периодических сигналов в исходном временном ряде с периодом, кратным интервалу накопления, приведет к увеличению среднеквадратичного отклонения. Максимальный интервал накопления, максимизирующий выходной сигнал синхронного накопителя, можно принять в качестве длины окна L .

Выбор ограниченного количества усредненных временных рядов Y_i предлагается осуществлять интерактивно путем предварительного наблюдения и последующего выбора тех рядов, что относятся к трендовым (медленно меняющимся), периодическим и случайным составляющим. Следует отметить, что временные ряды Y_i являются переходными функциями фильтров, настро-

енных на составляющие исходного процесса. Таким образом, фильтры порождаются самим исследуемым процессом, сингулярный спектральный анализ сам выделяет те спектральные компоненты, которые присутствуют в этом процессе. Выбор нескольких главных компонентов подобен параллельному соединению нескольких фильтров.

Следует отметить, что по сравнению с преобразованием Фурье сингулярный спектральный анализ – принципиально более медленный метод, не позволяющий проводить обработку временного ряда в реальном времени, из-за большой размерности формируемых матриц. Однако этот недостаток компенсируется рядом достоинств, отсутствующих в спектральном анализе:

- 1) возможность выделения тренда;
- 2) высокой точностью анализа, не зависящей от длины реализации;
- 3) возможностью нелинейной полосовой фильтрации в заданном диапазоне частот.

В качестве примера рассмотрим обработку временных рядов неровноты лент на входе и выходе высокоскоростной ленточной машины типа Л2-25 с одним выпуском. Механико-технологические параметры работы машины представлены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость выпуска ленты (кинематическая), м/с (м/мин)	7 (420)
Длина перерабатываемого волокна (хлопок), мм	34...40
Линейная плотность ленты, ктекс:	
- входящей	2,5 x 4
- выходящей	2,5
Число сложенных	4
Общая вытяжка в вытяжном приборе (кинематическая)	4

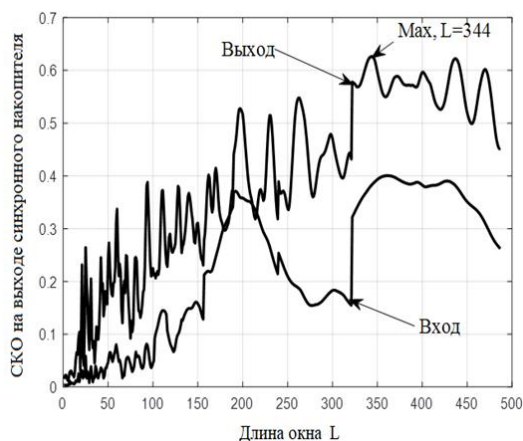


Рис. 1

Регистрация неравномерности волокнистого продукта осуществлялась датчиками неровноты. На входе машины устанавливался емкостной датчик фирмы USTER, на выходе машины датчик усилий протягивания ленты через уплотнительную воронку.

Результаты синхронного накопления с последовательно изменяющимся интервалом накопления и последующей оценкой среднеквадратичного отклонения (СКО) отфильтрованного сигнала приведены на рис. 1. Выбрана длина окна $L=344$, обеспечивающая максимум СКО.

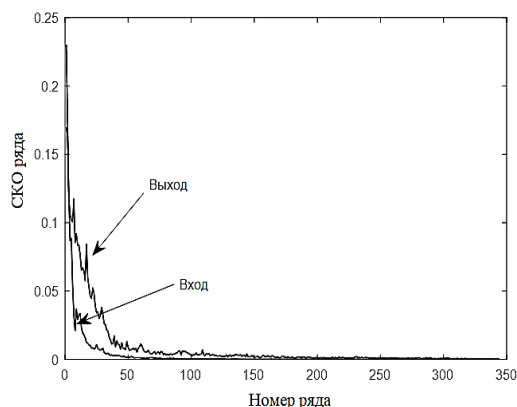


Рис. 2

На рис. 2 приведены СКО усредненных временных рядов Y_i .

Анализ полученных кривых позволяет сделать вывод о быстром уменьшении амплитуды временных рядов с ростом их номера. Для входного сигнала 30 первых временных рядов содержат 71% его мощности. Для выходного сигнала 70% мощности содержат только 18 временных рядов. Поэтому для анализа ограничимся лишь указанным числом рядов во входном и выходном сигнале.

ССА выделяет пары квазипериодических составляющих главных компонент ряда, суммирует с последующей аппроксимацией квазипериодических компонент гармонической функцией. В табл. 2 сведены результаты ССА.

Таблица 2

№	Вход				Выход			
	$A/A_{max}, B$	$\Omega, Гц$	$\varphi, рад$	№ ряда	$A/A_{max}, B$	$\Omega, Гц$	$\varphi, рад$	№ ряда
1	1,0000	0,4941	0,2439	1,2	1,0000	2,9240	0,2700	1,2
2	0,3585	0,6711	1,5213	3,4	0,7250	3,3784	1,6000	3,4
3	0,0755	1,0000	0,9259	5,6	0,6250	1,5601	1,7000	5,6
4	0,1132	1,5625	0,2786	7,8	0,6000	0,4946	2,7700	7,10
5	0,0943	0,0588	0,1393	9,12	0,4500	1,9194	0,6900	8,9
6	0,0377	1,3986	0,7813	10,11	0,3750	3,9370	3,6700	11,14
7	0,1509	2,9412	0,5102	13,14	0,4250	2,5253	3,5600	12,13
8	0,0566	1,7331	0,1905	15,16	0,2250	1,3986	5,9800	15,16
9	0,0943	3,4130	0,3165	17,18	0,3750	0,8292	2,4900	17,18
10	0,0566	1,9724	0,9009	19,20	0,2500	3,6765	0,4100	19,20
11	-	-	-	-	0,1500	3,0675	3,5100	21,22
12	-	-	-	-	0,1750	2,2026	5,6000	23,24
13	-	-	-	-	0,2250	4,2553	0,5000	25,26
14	-	-	-	-	0,1750	1,0493	1,1000	27,28

По данным табл. 1 построены расчетные и экспериментальные осциллограммы входного и выходного сигналов неровноты

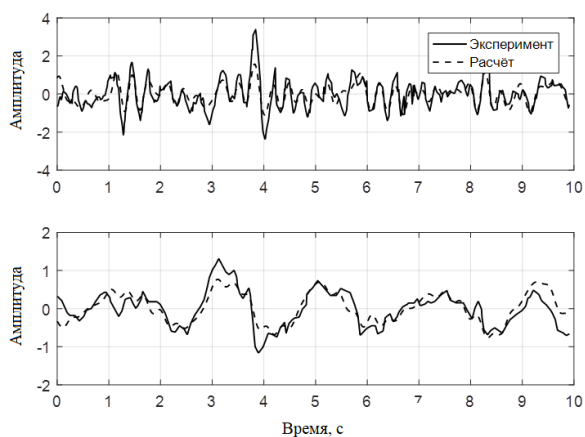


Рис. 3

(рис. 3) и спектры входного и выходного сигналов неровноты (рис.4).

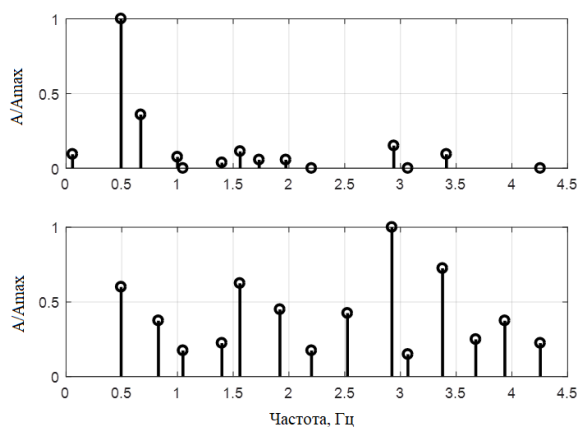


Рис. 4

Анализ осциллограмм показывает довольно высокую точность ССА, несмотря на ограниченное число используемых временных рядов.

В отличие от традиционного спектрального анализа, основанного на разложении Фурье, ССА позволяет получить линейчатые спектры входного и выходного сигналов, содержащие только те гармоники, которые присутствуют в анализируемом сигнале, что значительно повышает разрешение по частоте и точность спектрального анализа.

ВЫВОДЫ

1. Сингулярный спектральный анализ является мощным средством исследования неровноты продуктов прядения.

2. По сравнению со спектральным анализом, основанном на преобразовании Фурье, сингулярный спектральный анализ позволяет получать линейчатые спектры, содержащие только те гармоники, которые содержатся в исследуемом сигнале.

3. Кроме выделения периодических составляющих в сингулярном спектральном анализе появляется возможность выделения трендов и нерегулярных составляющих.

4. Ортогональность временных рядов, получаемых в результате ССА, дает возможность кроме трендов, периодических и регулярных составляющих выделять случайную составляющую неровноты.

5. Основным недостатком ССА является усложненный процесс автоматизации ССА, при этом требуется работа в реаль-

ном времени и необходимость интерактивного выделения временных рядов разложения для дальнейшего анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севостьянов П.А., Ордов К.В. Основы анализа и моделирования данных в технике и экономике. – М.: Тисо Принт, 2015.
2. Севостьянов П.А. Компьютерное моделирование технологических систем и продуктов прядения. – М.: Информ-Знание. Типография "Наука", 2006.
3. Бриллинджер Л. Временные ряды. Обработка данных и теория. – М.: Мир, 1980.
4. Голяндина Н.Э. Метод "Гусеница" SSA: анализ временных рядов. – СПб.: СПб ун-т, 2004.
5. Севостьянов П.А., Баландин Е.А., Бутенко Т.С. Сингулярный спектральный анализ неравномерности структуры тканых полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 3. С.112...116.

REFERENCES

1. Sevost'yanov P.A., Ordov K.V. Osnovy analiza i modelirovaniya dannykh v tekhnike i ekonomike. – М.: Tiso Print, 2015.
2. Sevost'yanov P.A. Komp'yuternoe modelirovanie tekhnologicheskikh sistem i produktov pryadeniya. – М.: Inform-Znanie. Tipografiya "Nauka", 2006.
3. Brillindzher L. Vremennyye ryady. Obrabotka dannykh i teoriya. – М.: Mir, 1980.
4. Golyandina N.E. Metod "Gusenitsa" SSA: analiz vremennykh ryadov. – SPb.: SPb un-t, 2004.
5. Sevost'yanov P.A., Balandin E.A., Butenko T.S. Singulyarnyy spektral'nyy analiz neravnomernosti struktury tkanykh poloten // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2010, № 3. S.112...116.

Рекомендована кафедрой автоматизации и управления ПензГТУ. Поступила 25.05.21.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ИДЕНТИФИКАЦИИ ГРУППЫ ЦВЕТА
ЛЬНЯНЫХ ВОЛОКОН ПО ПРИНЦИПУ СРАВНЕНИЯ
С ЭТАЛОННЫМИ ОБРАЗЦАМИ**

**IMPROVEMENT OF METHOD OF IDENTIFICATION OF LINEN FIBRES COLOUR
GROUP ON PRINCIPLE OF COMPARISON
WITH REFERENCE SAMPLES**

А.В. ОРЛОВ, Е.Л. ПАШИН

A.V. ORLOV, E.L. PASHIN

**(Костромской государственной университет,
Костромская государственная сельскохозяйственная академия)**

**(Kostroma State University,
Kostroma State Agricultural Academy)**

E-mail: evgpashin@yandex.ru

Усовершенствован ранее предложенный инструментальный способ цветометрии льняного волокна, основанный на принципе оценки сходства его цифровых изображений с натуральными стандартными образцами. Такая необходимость возникла вследствие некорректного анализа цифровых, близких по структуре изображений, возникающих при значительном количестве пикселей, находящихся вблизи границ классов, на которые разбиты цветовые координаты. При таких условиях возможны случаи, когда два минимально отличающихся изображения могут быть признаны разными по распределению цветов. Для исключения указанного предлагается распределять вес проявления одного пикселя по соседним классам. Измененный алгоритм цветометрии будет обеспечивать сохранение умеренных требований к вычислительным ресурсам, а также близкую к максимальной чувствительность при расчетах различий изображений по цвету.

The previously proposed instrumental method of flax fiber colorimetry, based on the principle of assessing the similarity of its digital images with natural standard samples, has been improved. This need arose due to the uncorrected analysis of digital images that are similar in structure, which occur when a significant number of pixels are located near the boundaries of the classes into which the color coordinates are divided. Under such conditions, there may be cases when two minimally different images can be recognized as different in color distribution. To avoid this, it is proposed to distribute the weight of the appearance of one pixel among neighboring classes. The modified colorimetry algorithm will maintain moderate computational resource requirements, as well as close to maximum sensitivity when calculating image color differences.

Ключевые слова: льняное волокно, группа цвета, цветометрия, пиксели, класс цветовых координат, граница между классами, распределение пикселей.

Keywords: linen fiber, color group, color geometry, pixels, class of color coordinates, boundary between classes, pixel distribution.

Стандартизация льняного волокна предусматривает контроль его качества, требующий определения свойств, включая цветовую характеристику в виде группы цвета. Их устанавливают посредством сенсорного анализа путем сличения с эталонными образцами, что не может обеспечивать необходимую точность оценки. Поэтому для повышения объективности результатов испытания были предложены методы инструментального определения координат цветности в системе RGB посредством анализа цифровых изображений волокна [1...3].

Практика применения указанных инструментальных методов выявила многомодальность распределения цветовых координат, которая препятствует эффективному использованию их средних значений в качестве оценочного критерия.

Поиск более эффективных вариантов идентификации группы цвета волокна выявил семейство методов, основанных на теории распознавания образов и компьютерной обработке изображений, получаемых в том числе с применением сканеров [4...6]. Например, применяются методы, основанные на анализе многомодальных распределений цветовых координат либо в виде смеси составляющих их распределений по нормальному закону [7], либо с помощью гистограмм значений цветовых координат цвета [6], [8]. Эти алгоритмы обычно используются для сравнения распределений цветов в изображениях объектов реального мира, а потому содержат этапы обработки, необходимые для компенсации различий от внешнего освещения этих объектов. Одним из приемов такой компенсации является преобразование изображения в систему цветности Hue-Saturation-Value (HSV) с дальнейшим анализом распределения значений координаты оттенка Hue, как наименее подверженной воздействию освещения. При этом пиксели, обладающие низким значением Saturation (серые) или Value (черные) либо игнорируются, либо обрабатываются отдельно. Однако эта особенность делает указанную группу алгоритмов малоприменимой для анализа материалов, подобных льняному во-

локну, которое в основном имеет серую палитру тонов. Более выраженные цветовые оттенки появляются у него только в низких группах цвета волокна. Необходимость в переходе в систему цветности HSV также снижается в случае лабораторного анализа с помощью использования сканера, где обеспечивается равномерное и стабильное освещение образца.

Важно также отметить, что указанная группа алгоритмов зачастую рассматривает распределения по каждой цветовой координате независимо, игнорируя информацию о корреляции значений отдельных цветовых координат.

Ранее был предложен алгоритм определения группы цвета льняного волокна, основанный на принципе сходства распределений интенсивности цветовых составляющих (величин цветовых координат) [9], [10]. Этот способ может применяться как для индивидуальных гистограмм распределений цветовых координат, так и для гистограмм комбинаций значений координат, что позволяет неявно учитывать корреляцию между отдельными цветовыми каналами изображения. Степень детализации гистограммы в части количества классов по оси каждой координаты была обоснована в [11].

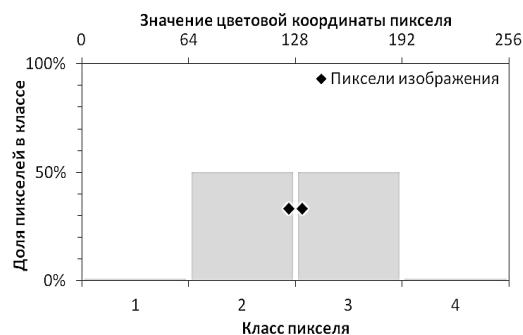


Рис. 1

Однако такой подход обеспечит точные оценки лишь в случаях сравнения изображений, имеющих незначительную долю цветов на границе двух классов. Иначе два минимально отличающихся изображения могут быть признаны совершенно не схожими по распределению цветов. На рис. 1 проиллюстрирована ситуация, когда два пикселя с различием в величине цветовой

координаты порядка 3% попадают в разные цветовые классы пикселей.

В способе [9] вес проявления w одного пикселя изображения назначается одному классу, тем самым увеличивая вес данного класса в итоговом распределении. На рис. 2 приведен пример условного распределения по классам четырех пикселей с разным значением цветовой координаты [7].

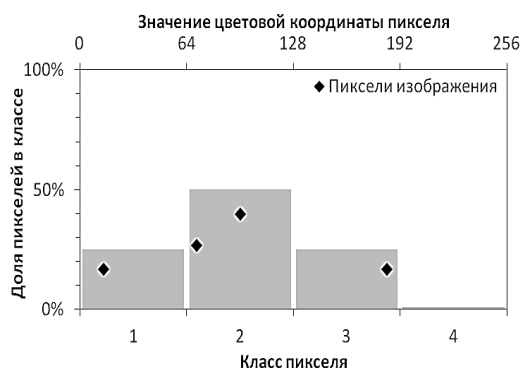


Рис. 2

Для демонстрации ситуации, в которой проявляется указанный недостаток этого способа, был проведен следующий расчетный эксперимент. Синтезировали ряд изображений размером 128 x 128 пикселей. Каждое изображение было заполнено однородным серым цветом. Яркость серого цвета I в ряду изображений равномерно изменялась в диапазоне от 0 до 256. Используя вариант анализа по [9], соседние изображения в полученном спектре оттенков серого попарно сравнивали по ряду градаций цветовой координаты с вычислением показателя различий Δ . Методика определения Δ и количество градаций заимствована из [11]. Результаты эксперимента представлены на рис. 3 (показатель различий схожих по цвету пар изображений при использовании алгоритма по способу [9]). Как следует из графика, в ситуации, когда цвета двух схожих изображений оказываются по разные стороны границ классов, существующий алгоритм расчета определяет их как совершенно разные ($\Delta = 2$). В то же время схожие изображения, попадающие в один класс, определяются как идентичные ($\Delta = 0$).

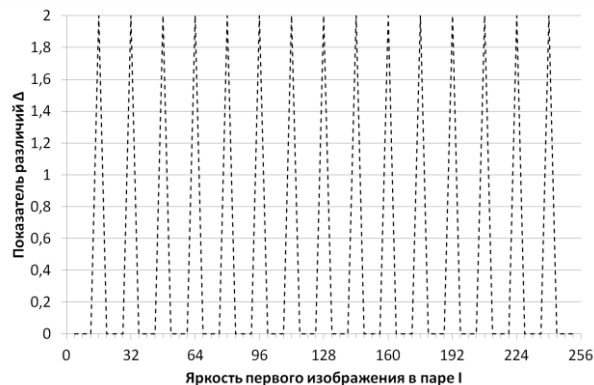


Рис. 3

Таким образом, появилась необходимость совершенствования алгоритма отнесения изображения к определенному классу интенсивности цветовых составляющих, что явилось задачей исследования.

Чтобы компенсировать выявленный недостаток, вес одного пикселя рекомендуется распределять по соседним классам с учетом выполнения следующих условий.

Во-первых, если величина цветовой координаты пикселя находится вблизи границы двух классов, то его вес должен быть примерно поровну распределен между ними. Только в этом случае будет исключена оценка двух схожих по цвету изображений как полностью различных.

Во-вторых, если величина цветовой координаты пикселя совпадает с центром класса, то его вес должен полностью принадлежать данному классу. Это объясняется необходимостью исключить чрезмерное «размывание» веса пикселя по классам. Кроме того, чем больше классов затрагивает каждый пиксель, тем более сложным и вычислительно затратным будет итоговый алгоритм расчета.

В-третьих, если цветовые координаты пикселя оказываются вблизи минимума (0) для одного из соседних классов или максимума (255) для другого, то доля влияния этого пикселя должна целиком принадлежать первому или последнему классу соответственно. При этом не должно также происходить снижения общего веса пикселя, что важно для исключения ошибок при анализе очень светлых или очень темных изображений.

С учетом выполнения указанных условий предложили следующую методику расчета.

На начальном этапе определяем нижнюю и верхнюю границы интервала влияния пикселя:

$$X_{\min} = \max(0, X - \frac{1}{2}d),$$

$$X_{\max} = \min(255, X + \frac{1}{2}d),$$

$$R_i = \begin{cases} \min(D_{\max i}, X_{\max}) - \max(D_{\min i}, X_{\min}), & \text{если } [D_{\min i}; D_{\max i}] \cap [X_{\min}; X_{\max}] \neq \emptyset, \\ 0, & \text{если } [D_{\min i}; D_{\max i}] \cap [X_{\min}; X_{\max}] = \emptyset. \end{cases}$$

В этом случае доля w веса пикселя, назначаемая классу D_i , составит:

$$w = \frac{R_i}{X_{\max} - X_{\min}}.$$

Дальнейшие расчеты, включающие нормализацию весов классов, осуществляем согласно методике, описанной в [11].

Применив новую методику к синтезированному набору пикселей, представленному на рис. 2, получили результаты итогового распределения весов классов, а также интервальное влияние каждого пикселя (рис. 4 – распределение весов классов согласно предложенной методике расчета). Сформированные распределения подтверждают, что доли влияния пикселя, находящегося вблизи границы классов, и пикселя в средней части класса, различаются и зависят от их расположения относительно центра класса.

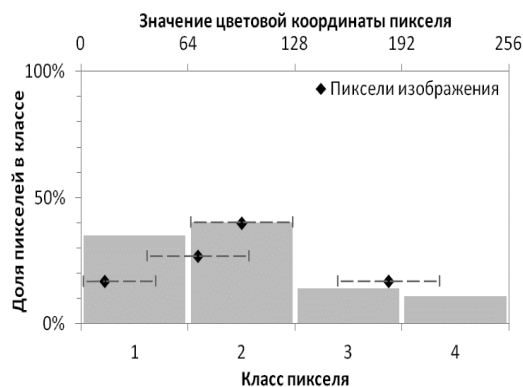


Рис. 4

где X – значение цветовой координаты пикселя, d – ширина одного класса, $[X_{\min}; X_{\max}]$ – интервал влияния пикселя.

Затем для каждого класса D_i , занимающего интервал значений $[D_{\min i}; D_{\max i}]$, находим величину R_i пересечения интервала влияния пикселя с интервалом значений класса.

Для оценки эффективности новой методики в устранении описанного выше недостатка была проведена повторная оценка величины показателя Δ (уровня различий между двумя изображениями) для шкалы оттенков серого. На рис. 5 приведен результат сравнения оригинальной и предлагаемой методик оценки.

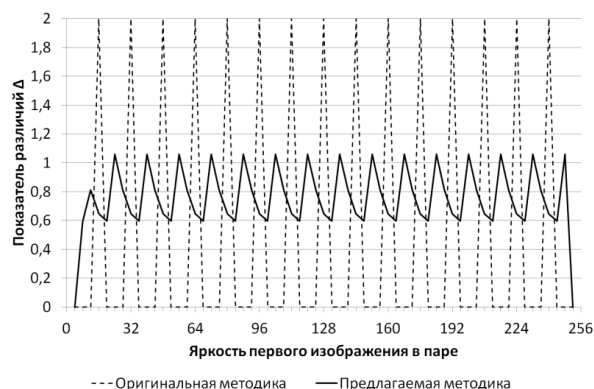


Рис. 5

Полученные данные свидетельствуют о существенном снижении негативного эффекта перехода через границу класса благодаря новой методике, хотя его полного устранения не достигается. Тем не менее, применение этой методики позволяет снизить погрешность в ситуации, когда статистически значимая доля пикселей изображения находится на границе двух классов цвета.

Реализация предложенного метода сопряжена со сложностями, связанными с сопоставимостью результатов цифровых изображений, полученных с использова-

нием разных сканеров. Для обеспечения сходства результатов сканирования одного и того же волокна предложена методика их нормализации. Ее суть следующая. Перед анализом образца сканируется чистый лист бумаги с определенным уровнем белизны по шкале СIE, например, 146 %. Для изображения листа определяются максимальные наблюдаемые значения координат R, G, B и рассчитываются поправочные коэффициенты, необходимые для приведения этих значений к белому цвету ($R = G = B = 255$). Полученные поправочные коэффициенты затем применяются к следующему изображению цветового эталона, что обеспечивает сравнимость получаемых изображений.

Оценивая полученный результат, следует отметить, что предложенная методика и, основанный на ней, усовершенствованный алгоритм идентификации группы цвета являются более требовательными к вычислительным ресурсам. В этом случае актуально выявление оптимального количества классов пикселей, во многом определяющих трудоемкость расчетов.

Для решения этого вопроса оценили характер изменения показателя Δ соседних пар изображений в зависимости от количества классов. В качестве исходных данных использовали изображения реальных цветовых эталонов по ГОСТ 24383 – 89, скорректированные по вышеописанной методике. Для таких изображений рассчитали по каждой цветовой координате значение Δ , то есть: Δ_R , Δ_G , Δ_B . Такие действия осуществили для различного количества классов N . После усреднения в каждом классе Δ_R , Δ_G , Δ_B была получена зависимость $\Delta_{cp}(N)$, представленная на рис. 6 (изменение показателя различий Δ в зависимости от числа классов). Из ее анализа вытекает заключение о целесообразности применения 16 классов. При дальнейшем увеличении их количества чувствительность алгоритма к различиям в цвете изображений, выражающаяся в величине Δ , возрастает незначительно. Поэтому такое количество классов было принято при осуществлении идентификации группы цвета с использованием новой методики распределения долей пик-

селей, расположенных вблизи границ классов.

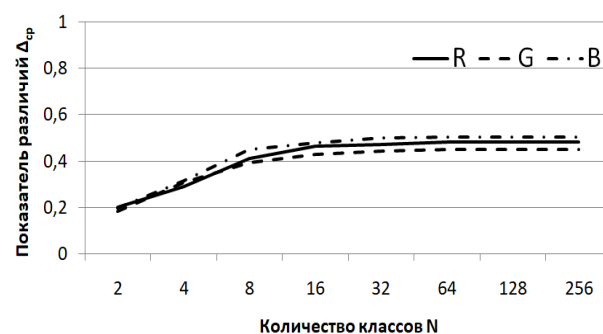


Рис. 6

Также следует отметить, что данная методика может применяться как для анализа изолированных значений цветовых координат, так и для анализа совокупностей их значений, наблюдаемых в отдельных пикселях. Использование предложенной методики применительно к многомерным случайным величинам позволяет учесть сведения о корреляции между значениями отдельных цветовых координат.

ВЫВОДЫ

1. Применяемая в [9] методика расчетов оценки сходства двух изображений по цвету льна обладает недостатком, связанным с некорректным анализом цифровых изображений, значительное количество пикселей которых имеет значения цветовых координат, находящихся вблизи границ классов.

2. Для минимизации случаев, когда два минимально отличающихся изображения могут быть признаны совершенно не схожими по распределению цветов, необходимо распределять вес одного пикселя по соседним классам.

3. Целесообразным количеством классов цвета, на которое разбивается весь массив значений цветовых координат, является 16. В этом случае, при сохранении умеренных требований к вычислительным ресурсам, чувствительность предложенного алгоритма расчета к различиям изображений по цвету оказывается близка к максимальной.

1. Способ оценки качества льняной тресты: Патент на изобретение № 2067627 РФ / Кудряшова Т.А. Мухин В.В., Романов В.А.; патентообладатель: ВНИИ льна. – заявл. 06.10.1993; опубл. 10.10.1996.
2. *Виноградова А.Е.* Совершенствование метода оценки качества льняной тресты: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2005.
3. *Куликов А.В.* Разработка инструментальной системы определения технологического качества трепаного льна: Дис. ... канд. техн. наук. – Кострома, 2004.
4. *Старовойтов В.В.* Получение и обработка изображений на ЭВМ. – Минск: БНТУ, 2018.
5. *Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю.* Компьютерная обработка и распознавание изображений. – С-П: СПбГУ ИТМО, 2008.
6. *Селянкин В.В., Скороход С.В.* Анализ и обработка изображений в задачах компьютерного зрения. – Таганрог: ЮФУ, 2015.
7. *Пермьютер Х., Франкос Дж., Джермин Я.* Изучение цветowych моделей на основе смеси гауссиан и их применение для классификации и сегментации изображений // *Pattern Recognition*. – №39(4), 2006, С. 695...706.
8. *Степанькова Е.И. и др.* Сравнение цвета объектов на сложных сценах // *Мат. Междунар. конгресса по информатике, БГУ*. – 2013. С. 48...+52.
9. Способ определения группы цвета льняного волокна: Патент на изобретение № 2 691768 РФ / Орлов А.В., Пашин Е.Л., Булатов В.В.; патентообладатель: Костромской ЦСМ. – заявл. 05.12.2017; опубл. 05.06.2019.
10. *Орлов А.В., Пашин Е.Л., Булатов В.В.* Инструментальная оценка цвета текстильных материалов по степени сходства с эталонами // *Контроль качества продукции*. – 2018, № 9. С. 55...57.
11. *Орлов А.В., Пашин Е.Л., Сергеев А.С.* Обоснование критерия и условий оценки цвета льняного волокна по степени сходства с эталонными образцами // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2019, № 4. С. 34...38.
1. Sposob otsenki kachestva l'nyanoy tresty: Patent na izobretenie № 2067627 RF / Kudryashova T.A. Mukhin V.V., Romanov V.A.; patentoobladatel': VNIИ l'na. – zavavl. 06.10.1993; opubl. 10.10.1996.
2. *Vinogradova A.E.* Sovershenstvovanie metoda otsenki kachestva l'nyanoy tresty: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – Kostroma, 2005.
3. *Kulikov A.V.* Razrabotka instrumental'noy sistemy opredeleniya tekhnologicheskogo kachestva trepanogo l'na: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – Kostroma, 2004.
4. *Starovoytov V.V.* Poluchenie i obrabotka izobrazheniy na EVM. – Minsk: BNTU, 2018.
5. *Fisenko V.T., Fisenko T.Yu.* Komp'yuternaya obrabotka i raspoznavanie izobrazheniy. – S-P: SPbGU ITMO, 2008.
6. *Selyankin V.V., Skorokhod S.V.* Analiz i obrabotka izobrazheniy v zadachakh komp'yuternogo zreniya. – Taganrog: YuFU, 2015.
7. *Perm'yuter Kh., Frankos Dzh., Dzhermin Ya.* Izuchenie tsvetovykh modeley na osnove smesi gaussian i ikh primeneniye dlya klassifikatsii i segmentatsii izobrazheniy // *Pattern Recognition*. – №39(4), 2006, S. 695...706.
8. *Stepan'kova E.I. i dr.* Sravneniye tsveta ob"ektov na slozhnykh stsenakh // *Mat. Mezhdunar. kongressa po informatike, BGU*. – 2013. S. 48...+52.
9. Sposob opredeleniya gruppy tsveta l'nyanogo volokna: Patent na izobretenie № 2 691768 RF / Orlov A.V., Pashin E.L., Bulatov V.V.; patentoobladatel': Kostromskoy TsSM. – zavavl. 05.12.2017; opubl. 05.06.2019.
10. *Orlov A.V., Pashin E.L., Bulatov V.V.* Instrumental'naya otsenka tsveta tekstil'nykh materialov po stepeni skhodstva s etalonami // *Kontrol' kachestva produktsii*. – 2018, № 9. S. 55...57.
11. *Orlov A.V., Pashin E.L., Sergeev A.S.* Obosnovaniye kriteriya i usloviy otsenki tsveta l'nyanogo volokna po stepeni skhodstva s etalonnymi obraztsami // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2019, № 4. S.34...38.

Рекомендована кафедрой технических систем в АПК Костромской ГСХА. Поступила 27.05.21.

УДК 628.334.42
DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_132

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ
ВОЛОКНИСТЫХ И ГРУБОДИСПЕРСНЫХ ПРИМЕСЕЙ
ИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТОКОВ
КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**THE ENERGY SAVING DEVICE FOR ALLOCATION
FIBROUS AND ROUGHLY OF IMPURITIES
FROM TECHNOLOGICAL DRAINS
OF COLOURED-FINISHING MANUFACTURE**

М.Г. ХУРРАМОВ, Д.М. ХУРРАМОВА, С.М. ХУРРАМОВА, Р.М. ШОЙНАЗАРОВ
M.G. KHURRAMOV, D.M. KHURRAMOVA, S.M. KHURRAMOVA, R.M. SHOYNAZAROV

**(Каршинский государственный университет, Республика Узбекистан,
Каршинский инженерно-экономический институт, Республика Узбекистан)**

**(Karshi State University, Republic of Uzbekistan,
Karshi Engineering-Economic Institute, Republic of Uzbekistan)**

E-mail: xurramova-2011@mail.ru

В статье представлена разработанная авторами конструкция энерго-сберегающего устройства для выделения волокнистых и грубодисперсных примесей из технологических стоков красильно-отделочного производства. Устройство можно использовать на любых расстояниях цеха, конструкция простая, удобная для быстрого монтажа и демонтажа, предотвращает засорение канализационных сетей, способствует стабильности последующих методов очистки и упрощает эксплуатацию данных сетей.

In clause are submitted developed by the authors a design energy saving the device for allocation fibrous and roughly of impurities from technological drains of colored-finishing manufacture. The device can be used on any distances of shop, the design simple, conveniently fast installation and dismantle, prevents a contamination of sewer networks, promotes more stable work subsequent of clearing and simplifies their operation.

Ключевые слова: фильтрующее устройство, технологический сток, волокнистые и грубодисперсные примеси, красильно-отделочное производства.

Keywords: the filtering device, technological drain, fibrous and of impurity, colored-finishing manufacture.

Введение. Подготовка хлопчатобумажных тканей для крашения является наиболее экологически вредным процессом, так как 50% всех стоков производства выпадает именно на ее долю. При подготовке материалов из хлопка для крашения на первой стадии его обработки в рабочей ванне образуется до 6% волокнистых и грубодисперсных примесей от массы обрабатываемых тканей. Из-за этого при эксплуатации канализационной сети возникают такие проблемы, как засоры, заиливание, прорастание и развитие корней в сетях, поломка насосных агрегатов в канализационных насосных станциях. Нарушаются нормальные условия транспортирования сточной жидкости.

В настоящее время при большом разнообразии высокотехнологичных решений очистки технологических стоков производства отсутствуют варианты, позволяющие с низкими затратами качественно очищать специфические загрязнения. Анализ последних исследований и публикаций научно-технической информации показывает, что применяемые конструкции, как правило, являются "универсальными" и не учитывают в полной мере характеристик очищаемых технологических стоков производства. Поиск высокоэффективных, технологических и экономичных решений по организации специфической очистки сбрасываемых технологических стоков производства является весьма необходимым, способным облегчить и удешевить дальнейшие методы более глубокой очистки. Следует также учитывать, что предприятия текстильного производства сосредоточены главным образом на перенаселенной городской территории, где нет достаточных площадей для осуществления предварительной очистки технологических сточных вод громоздкого оборудования [1...3].

Основная цель нашей работы – показать практические возможности полного выделения волокнистых и грубодисперсных примесей из сбрасываемых технологических стоков отварки красильно-отделочного производства доступным энергосберегающим фильтрующим устройством.

Экспериментальные методы. В работе использовались стандартные методы хими-

ческого анализа сточных вод и измерения физико-механических характеристик фильтрующего материала. Измерения проводили в соответствии с нормативно-технической документацией.

Результаты и обсуждение. Для производственного испытания устройства в качестве базового объекта был выбран сбрасываемый технологический сток отварки из рабочей ванны высокоскоростного джиггера MGSBG-Italia периодического действия, в городе Карши "Cotton road".

На рис. 1 показана схема устройства, где 1 – цилиндрический корпус, 2 – фильтрующий материал, 3 – металлическая сетка, 4 – цилиндрический зазор, 5 – хомут, 6 – съемная крышка, 7 – откидные болты, 8 – сливная труба, 9 – канализационный лоток.

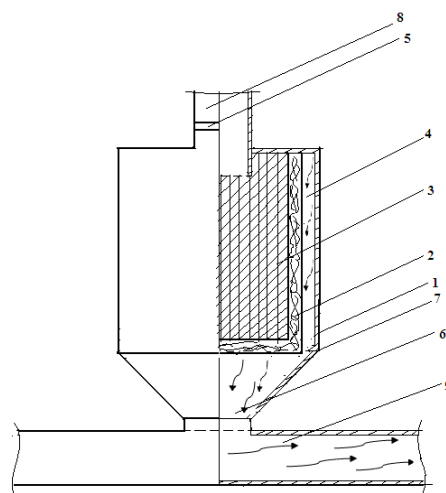


Рис. 1

Устройство устанавливается перед спуском канализационного лотка и герметично крепится при помощи хомута 5 на свободном конце сливной трубы 8 оборудования.

Сбрасываемый поток технологического стока из ванны оборудования через сливную трубу направляется во внутреннюю полость цилиндрического корпуса 1 и пропускается через фильтрующий элемент 2. Фильтрующий элемент в виде П-образной цилиндрической формы при сборке устройства устанавливается открытыми и закрытыми сторонами в противоположных направлениях, его упаковывают между слоем металлической сетки 3. Фильтрую-

ший элемент укреплен при помощи проволоочной стяжки на ячейках металлических сеток с возможностью замены. Слои металлической сетки параллельно закреплены внутри цилиндрического корпуса с возможностью демонтажа. Очищенный сток от волокнистых и грубодисперсных примесей отводится при помощи цилиндрического зазора 4 и сливается в канализационный лоток 9. Для замены или очистки фильтрующего элемента открывается съемная крышка 6 при помощи откидных болтов 7, обеспечивающих присоединение.

Опытные данные показывают, что улавливание и накапливание волокнистых примесей происходит поверхностью фильтрующего материала. После атмосферной сушки с поверхности фильтрующего элемента уловленные волокнистые примеси удаляются при помощи металлических крючков, оседающие загрязнения – встряхиванием (рис. 1).

Технические характеристики устройства приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

№	Наименования параметров	Единица измерения	Количество
1	Масса	кг	6,0
2	Высота	мм	800
3	Диаметр	мм	400
4	Количество ячеек в металлических сетках	штук	7626
5	Размер одной ячейки в металлических сетках	мм ²	30
6	Ширина зазора для слива очищенной воды	мм	140
7	Объем фильтрующего элемента в устройстве	м ²	0,8
8	Масса однослойного фильтрующего материала в устройстве	г	276

Устройство кроме фильтрующего материала полностью изготавливается из нержавеющей стали, что гарантирует длительный срок эксплуатации и обладает меньшей материалоемкостью. Возможно изготовление по индивидуальным техническим характеристикам [5].

Основным рабочим органом устройства является фильтрующий материал. В качестве исходного сырья для получения фильтрующего материала использовались созревшие цилиндрические, внутри биополимерные, твердые, сетчатые плоды (возобновляемое растение люффа), средней массой 40...45 г, длиной 440...450 мм и диаметром 220...250 мм. С экологической точки зрения опыт показал, что разведение люффы не требует пестицидов и гербицидов, не накапливает в себе токсичных веществ, отсутствует отрицательное воздействие (при прямом и косвенном контакте) на здоровье человека. С экономической точки зрения сырье доступное. Последовательность получения фильтрующего материала включает следующие стадии: на начальной стадии проводят обдирание кожуры плодов при помощи металлической

щетки, отделяют ребра кожуры для получения пошивочной мононити. Затем очищенные от кожуры биополимерные плоды режутся на прямоугольные куски, при этом из них отделяют внутренние сосудистые пучки и семена. Проводится объемно-пространственное формование прямоугольных кусков с заутюживанием и оттягиванием. Отдельные прямоугольные куски с мононитками, полученные из ребра кожуры линейной плотностью 280 текс, прошиванием соединяются в единую систему заданной длины и ширины. Полученный фильтрующий материал имеет поверхностную плотность 345 г/м² с толщиной 3 мм.

В Ы В О Д Ы

Результаты экспериментального исследования показали, что количество задержанных волокнистых и грубодисперсных примесей после отварки на 1000 кг хлопчатобумажных тканей в фильтре составляет 8,6 кг/сутки от массы обрабатываемых тканей; влажность 70...80%; зольность 5...7%.

Устройство можно использовать на любых расстояниях цеха, придавать верти-

кальное или горизонтальное положение при помощи следующих запчастей: патрубки, колени, шланги и трубы. Конструкция устройства простая, удобная для быстрого монтажа и демонтажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ласков Ю.М., Ефимова Н.А. Очистка сточных вод красильно-отделочных предприятий хлопчатобумажной промышленности физико-химическими методами / В кн.: Вопросы очистки сточных вод. – М., 1980.
2. Ласков Ю.М., Степанова Н.В., Акимцева Н.Ю. Отраслевой сборник методик проведения химического анализа веществ, применяемых в легкой промышленности, содержащихся в сточных водах. – М.: ЦНИИТЭИ, 1988.
3. Ефимов А.Я., Таварткиладзе И.М., Ткаченко Л.И. Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности. – Киев: Техника, 1985.
4. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д., Петропавловский Д.Г., Андриенко П.П., Савчук Н.Г. Лабораторный практикум по материаловедению швейного производства / Под ред. Бузова Б.А. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
5. Патент на полезную модель. Республика Узбекистана № FAP 01314. UZ. Устройство для очистки сточных волокнистых и грубодисперсных

примесей / М.Г. Хуррамов, Д.М. Хуррамова, С.М. Хуррамова, Р.М. Шайназаров. - Оpubl. 06.07. 2018.

REFERENCES

1. Laskov Yu.M., Efimova N.A. Ochistka stochnykh vod krasil'no-otdelochnykh predpriyatiy khlopchatobumazhnoy promyshlennosti fiziko-khimicheskimi metodami / V kn.: Voprosy ochistki stochnykh vod. – M., 1980.
2. Laskov Yu.M., Stepanova N.V., Akimtseva N.Yu. Otrasleyvoy sbornik metodik provedeniya khimicheskogo analiza veshchestv, primenyaemykh v legkoy promyshlennosti, soderzhashchikhsya v stochnykh vodakh. – M.: TsNIITEI, 1988.
3. Efimov A.Ya., Tavartkiladze I.M., Tkachenko L.I. Ochistka stochnykh vod predpriyatiy legkoy promyshlennosti. – Kiev: Tekhnika, 1985.
4. Buzov B.A., Alymenkova N.D., Petropavlovskiy D.G., Andrienko P.P., Savchuk N.G. Laboratornyy praktikum po materialovedeniyu shveyного proizvodstva / Pod red. Buzova B.A. – M.: Legprombytizdat, 1991.
5. Patent na poleznuyu model'. Respublika Uzbekistana № FAP 01314. UZ. Ustroystvo dlya ochistki stochnykh voloknistykh i grubodispersnykh primesey / M.G. Khurramov, D.M. Khurramova, S.M. Khurramova, R.M. Shaynazarov. - Opubl. 06.07. 2018.

Рекомендована кафедрой профессионального образования Каширского ГУ. Поступила 10.02.20.

УДК 004.023

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_135

МНОГОФАКТОРНЫЙ МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ПОЖАРА НА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

MULTI-FACTOR MONITORING OF FIRE DYNAMICS IN TEXTILE ENTERPRISES

Б.Б. ГРИНЧЕНКО, А.В. КУЗНЕЦОВ, М.О. БАКАНОВ, Д.В. ТАРАКАНОВ

B.B. GRINCHENKO, A.V. KUZNETSOV, M.O. BAKANOV, D.V. TARAKANOV

(Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России)

(Ivanovo Fire and Rescue Academy of SFS of EMERCOM of Russia)

E-mail: mask-13@mail.ru, den-pgsm@mail.ru

В статье рассмотрены особенности функционирования систем мониторинга динамики пожара в зданиях текстильной промышленности. Описаны уровни противопожарной защиты в зданиях и особенности функционирования систем пожарной автоматики, автоматических установок пожаротушения и оперативных пожарно-спасательных подразделений. Установлена линейная зависимость между факторами пожара, по которым реализуется

его мониторинг в помещениях зданий при использовании точечных пожарных извещателей с максимально-дифференциальной характеристикой.

The article discusses the features of the functioning of fire dynamics monitoring systems in buildings of the textile industry. Describes the levels of fire protection in buildings and the features of the functioning of fire automatics systems, automatic fire extinguishing installations and operational fire rescue units. A linear relationship has been established between the factors of fire, according to which it is monitored in the premises of buildings when using point fire detectors with a maximum differential characteristic.

Ключевые слова: мониторинг динамики пожара, модель экспоненциального роста с насыщением, факторы пожара, корреляционная зависимость "температура-видимость".

Keywords: fire dynamics monitoring, saturation exponential growth model, fire factors, "Temperature-Visibility" correlation dependence.

Здания текстильных предприятий оборудуются системами мониторинга пожара, к которым также относятся системы и подсистемы охранно-пожарной автоматики. С точки зрения тушения пожаров перед системой мониторинга стоят две задачи: обнаружение пожара за необходимо время; мониторинг динамики параметров пожара во времени. При решении первой задачи обеспечивается своевременная активизация системы противопожарной защиты, а результаты в ходе решения второй задачи обуславливают ее эффективную работу. В связи с этим современные системы противопожарной защиты зданий текстильных производств являются технически сложными и направлены на реализацию многоуровневой процедуры борьбы с пожаром в здании.

При тушении пожаров в зданиях текстильных производств рассматривают три уровня противопожарной защиты [5]. На первом уровне используются огнетушащие вещества первичных средств пожаротушения; на втором уровне используются огнетушащие вещества, подаваемые с помощью систем автоматического пожаротушения. На последнем, третьем, уровне в случае, когда мероприятия предшествующих уровней оказались неэффективными, предусматривается подача привозных огнетушащих веществ с использованием пожарных подразделений (далее ГДЗС) [5].

Для эффективного управления системой противопожарной защиты необходима многофакторная информация о динамике пожара. В общем случае в качестве анализируемых факторов используют: видимость в дыму и температуру газовой среды (далее – температуру дыма). В случае информационного обеспечения первого и второго уровней системы противопожарной защиты видимость в дыму, как правило, используется для решения первой задачи мониторинга, а температура дыма – для второй. Так, например, в модульных установках пожаротушения по дыму определяют наличие пожара в помещении, а по динамике температурных полей – количество иницируемых средств пожаротушения. На третьем уровне противопожарной защиты температура дыма является фактором пожара, ограничивающим возможности применения пожарных дыхательных аппаратов, имеющих ограничения по температурным условиям эксплуатации [3]. В свою очередь, условия видимости в дыму существенно влияют на скорость движения пожарных внутри здания и поэтому являются фактором, обеспечивающим кратчайшие сроки решения задач пожаротушения.

На практике системы мониторинга пожара способны контролировать только один ведущий параметр пожара (то есть являются однофакторными системами), выбор которого зависит от специфики реше-

ния первой задачи мониторинга [7]. Выбор ведущего фактора пожара зависит от вида горючей нагрузки в помещении здания. В помещениях текстильных производств в качестве горючей нагрузки могут рассматриваться такие материалы, как вешала текстильных изделий, лен, шерсть, дерево (тара), поэтому в качестве ведущего фактора пожара может выступать и повышенная температура газовой среды, и пониженная оптическая проницаемость дыма (далее – видимость в дыму). Вместе с тем на рынке услуг в области систем противопожарной защиты существуют многофакторные [4] системы мониторинга динамики пожара, однако их высокая стоимость проектирования, монтажа, эксплуатации и утилизации не позволяет сделать их предпочтительнее классических однофакторных систем.

Одним из возможных тривиальных решений восполнения многофакторной информации от систем мониторинга является объединение однофакторных систем в многофакторную систему. В этом случае требования к количественному составу средств мониторинга по разным факторам может не совпадать, что приведет к их избыточному числу, а также необоснованному повышению стоимости системы мониторинга. В данном случае может произойти снижение надежности показателей многофакторной системы мониторинга. Рациональным решением данной проблемы с социально-экономической точки зрения является прогнозирование динамики косвенного фактора пожара, оценка которого системой мониторинга не производится по основному фактору, то есть фактору, изменение показателей которого фиксируют средства мониторинга однофакторной системы. Для практической реализации данного решения необходимо установление корреляционной зависимости между контролируемыми системой мониторинга факторами пожара. Для предприятий текстильной промышленности необходимо установить корреляционную зависимость между факторами температуры дыма и видимости в дыму при пожаре.

Методы исследования

Общее уравнение мониторинга для зоны контроля системы мониторинга пред-

ставляет собой вид общеизвестной модели экспоненциального роста с насыщением [8]:

$$\Phi = \Phi^* + (\Phi_0 - \Phi^*)f(\tau), \quad (1)$$

где Φ – фактор пожара; Φ^* и Φ_0 – пороговое и начальное значения фактора пожара; $f(\tau)$ – функция, определяющая интенсивность динамики контролируемого системой мониторинга фактора пожара.

Результаты исследований [1] показали, что вид функции $f(\tau)$ является экспоненциальным, а константы функции для каждой зоны контроля системы мониторинга зависят от двух основных параметров – это размеры зоны контроля и ее расположение относительно очага пожара. Стоит отметить, что при установлении регрессии между факторами пожара по его мониторингу конкретный вид функции $f(\tau)$ не имеет определяющего значения, поэтому в дальнейших рассуждениях эту составляющую уравнения мониторинга можно не учитывать.

Факторы пожара при мониторинге можно классифицировать по характеру их динамики: положительная динамика фактора и отрицательная динамика. Для первой группы факторов характерно ($\Phi^* > \Phi_0$), для второй группы факторов, наоборот: ($\Phi_0 > \Phi^*$). Это показывает сущность физических процессов, протекающих при пожаре в помещении, и обуславливает необходимость формально представить их зависимость в виде корреляции при сочетании различных параметров, характеризующих физико-химическую картину пожара. Так, например, изменение температуры газовой среды внутри помещения (T) обратно пропорционально изменению фактора видимости в задымленной зоне, что может негативно сказаться на работе звеньев ГДЗС при тушении пожаров в помещении [6].

Специфика мониторинга в общей концепции предусматривает деление пространства защищаемого от пожара помещения на зоны контроля. Тогда прогнозирование динамики показателей температуры в газовой среде и видимости в дыму в i -й зоне контроля системы мониторинга можно описать зависимостями, аналогичными (1):

– температура газовой среды внутри помещения:

$$T_i = T^* + (T_0 - T^*)f(\tau), \text{ К}, \quad (2)$$

где T – температура газовой среды пожара, К; T^* и T_0 – пороговое и начальное значения температура газовой среды пожара, К;

– видимость в дыму внутри помещения:

$$\Omega_i = \Omega^* + (\Omega_0 - \Omega^*)f(\tau), \text{ м}, \quad (3)$$

где Ω – видимость в дыму при пожаре, м; Ω^* и Ω_0 – пороговое и начальное значения видимости в дыму при пожаре, м.

Таким образом, главным допущением модели мониторинга пожара является тот факт, что все факторы пожара как с положительной, так и отрицательной динамикой изменяются по одному и тому же закону. Данное допущение неоднократно обосновано в работах, посвященных конструированию многофакторных пожарных извещателей [9]. Используя данное допущение модели для целей установления корреляции "температура–видимость", получим общее тождество факторов пожара при его мониторинге в помещении:

$$\frac{(\Omega_i - \Omega^*)}{(\Omega_0 - \Omega^*)} = \frac{(T_i - T^*)}{(T_0 - T^*)} = \frac{(\Phi_i - \Phi^*)}{(\Phi_0 - \Phi^*)}. \quad (4)$$

Тождество (4) будет использовано при установлении корреляции "температура–видимость" в дальнейшем, однако, используя данное тождество, можно решать класс задач установления корреляции между другими факторами пожара, для которых справедливо оговоренное выше допущение.

Установление корреляционной зависимости "температура–видимость"

При решении задач повышения эффективности системы противопожарной защиты для получения многофакторной информации о динамике пожара используют однофакторные средства мониторинга. Требуется установление корреляционной зависимости между анализируемыми фак-

торами. При противопожарной защите производственных помещений текстильной промышленности данными факторами являются: видимость в дыму и температура дыма. Стоит отметить, что для первого фактора характерна отрицательная динамика, а для второго – положительная: при увеличении температуры дыма происходит снижение видимости в дыму. Используя линейное тождество факторов пожара при мониторинге, получим общий вид уравнения линейной корреляции между анализируемыми факторами:

$$\Omega_i = \Omega^* + \frac{(T_i - T^*)(\Omega_0 - \Omega^*)}{T_0 - T^*}, \text{ м}, \quad (5)$$

$$T^* = \frac{\eta(1-\phi)Q_{\text{НР}}}{C_p}, \text{ К}, \quad (6)$$

$$\Omega^* = \frac{\eta(1-\phi)Q_{\text{НР}} \ln(1,05\alpha E)}{C_p \rho_0 T_0 D}, \text{ м}, \quad (7)$$

где $Q_{\text{НР}}$ – низшая теплота сгорания материала, кДж·кг⁻¹; C_p – удельная изобарная теплоемкость дымовой среды, кДж·кг⁻¹·К⁻¹ ($C_p = 1$ кДж·кг⁻¹·К⁻¹); ϕ – коэффициент тепловых потерь ($\phi = 0,95$); η – коэффициент полноты горения ($\eta = 0,87$); α – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации ($\alpha = 0,3$); E – начальная освещенность, лк ($E = 50$ лк); ρ_0 – начальная плотность дымовой среды, кг·м⁻³ ($\rho_0 = 1,21$ кг·м⁻³); T_0 – начальная температура дымовой среды, К ($T_0 = 293$ К); Ω_0 – начальная видимость в помещении, м ($\Omega_0 = 20$ м) [2].

В качестве примера приведем оценку факторов мониторинга для производственных помещений текстильных предприятий. Характерная горючая нагрузка в приведенном здании используется в виде сырья, готовой продукции и тары. Справочные данные и расчетные параметры горючей нагрузки при установлении корреляционной зависимости "температура–видимость" представлены в табл.1 и на рис. 1.

Вид горючего материала	Справочные данные		Расчетные параметры	
	QHP, кДж·кг ⁻¹	D, Нп·м ² ·кг ⁻¹	T*, К	Ω*, м
Хлопок	16400	0,60	713,4	9,25
Лен	15700	3,37	683,0	1,58
Шерсть	21800	167,00	948,3	0,04
Ковролин	15397	150,00	669,8	0,03
Дерево (тара)	18800	155,00	817,8	0,04

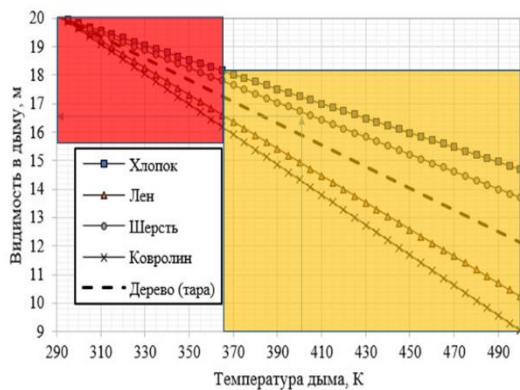


Рис. 1

Обсуждение результатов исследования

Анализируя данные, представленные на рис. 1, можно сделать вывод о наличии двух видов горючей нагрузки, а именно: прямые, проходящие выше древесины, а также ниже ее. При этом справедливо называть древесину средним показателем горючей нагрузки. Условия информационного обеспечения при мониторинге пожара в помещении зависят от показателей температуры внутри помещения и характера горючей нагрузки. При решении первой задачи мониторинга (обнаружение пожара) используются значения температуры в диапазоне (293...353К), что обусловлено минимальным расхождением корреляционных зависимостей факторов пожара для разного вида горючей нагрузки. В данном случае при проектировании систем мониторинга для обнаружения пожара в качестве проектной горючей нагрузки используется древесина. Для обеспечения эффективной работы системы противопожарной защиты могут быть использованы и более высокие значения температуры (от 400 до 500 К), тогда для данного вида задач необходимость ориентироваться по кривой древесины может быть менее объективной, так как расхождения между кривыми более существенны.

ВЫВОДЫ

1. Установлена линейная зависимость между факторами пожара, по которым реализуется его мониторинг в помещениях зданий при использовании точечных пожарных извещателей с максимально-дифференциальной характеристикой. Проанализированы задачи, стоящие перед системой мониторинга пожара, в части обеспечения эффективного функционирования системы противопожарной защиты производственных помещений текстильных предприятий на всех ее уровнях защиты.

2. Выделено допущение модели мониторинга, состоящее в том, что все факторы пожара как с положительной, так и отрицательной динамикой изменяются по одному и тому же закону. Данное допущение справедливо для помещений с высотой перекрытий до 9 метров и для точечных средств мониторинга.

3. Используя линейное соотношение факторов пожара, получена корреляция "температура–видимость" для помещений в зданиях текстильной промышленности, позволяющая получить многофакторную информацию для информационного обеспечения системы противопожарной защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баканов М.О., Тараканов Д.В. Дистанционный мониторинг техногенных пожаров и чрезвычайных ситуаций // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 1. С. 173...177.
2. ГОСТ 12.1.004–91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.
3. ГОСТ Р 53255–2009. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний.

4. Членов А.Н. и др. Групповой извещатель для тревожной сигнализации // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2011, №1. С. 42...46.

5. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.

6. Теребнев В.В., Грачев В.А., Семенов А.О. Управление ресурсами пожарно-спасательных подразделений и технологическими операциями по тушению пожаров // Пожаровзрывобезопасность. – 2006. Т. 15, № 5. С. 60...65.

7. Топольский Н.Г., Тараканов Д.В., Михайлов К.А. Теоретические основы поддержки управления пожарными подразделениями на основе мониторинга динамики пожара в здании / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Н. Г. Топольского. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019.

8. Топольский Н.Г., Тараканов Д.В., Баканов М.О. Многокритериальная модель мониторинга пожара в здании для управления пожарно-спасательными подразделениями // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. Т. 27, № 5. С. 26...33.

9. Членов А.Н. и др. Об эффективности функционирования мультикритериального пожарного извещателя // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. Т. 25, № 12. С. 55...60.

REFERENCES

1. Bakanov M.O., Tarakanov D.V. Distantcionnyy monitoring tekhnogennykh pozharov i chrezvychaynykh situatsiy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 1. S. 173...177.

2. GOST 12.1.004–91. Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Pozharnaya bezopasnost'. Obshchie trebovaniya.

3. GOST R 53255–2009. Tekhnika pozharnaya. Aparaty dykhatel'nye so szhatym vozdukhom s otkryтым tsiklom dykhaniya. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy.

4. Chlenov A.N. i dr. Gruppovoy izveshchatel' dlya trevozhnoy signalizatsii // Pozhary i chrezvychaynye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiya. – 2011, №1. S.42...46.

5. SP 4.13130.2013. Sistemy protivopozharnoy zashchity. Ogranichenie rasprostraneniya pozhara na ob'ektakh zashchity. Trebovaniya k ob'emnoplanirovочным i konstruktivnym resheniyam.

6. Terebnev V.V., Grachev V.A., Semenov A.O. Upravlenie resursami pozharno-spasatel'nykh podrazdeleniy i tekhnologicheskimi operatsiyami po tusheniyu pozharov // Pozharovzryvobezopasnost'. – 2006. Т. 15, № 5. S. 60...65.

7. Topol'skiy N.G., Tarakanov D.V., Mikhaylov K.A. Teoreticheskie osnovy podderzhki upravleniya pozharnymi podrazdeleniyami na osnove monitoringa dinamiki pozhara v zdanii / Pod obshch. red. d-ra tekhn. nauk, prof. N. G. Topol'skogo. – М.: Akademiya GPS MChS Rossii, 2019.

8. Topol'skiy N.G., Tarakanov D.V., Bakanov M.O. Mnogokriterial'naya model' monitoringa pozhara v zdanii dlya upravleniya pozharno-spasatel'nyimi podrazdeleniyami // Pozharovzryvobezopasnost'. – 2018. Т. 27, № 5. S. 26...33.

9. Chlenov A.N. i dr. Ob effektivnosti funktsionirovaniya mul'tikriterial'nogo pozharnogo izveshchatelya // Pozharovzryvobezopasnost'. – 2016. Т. 25, № 12. S.55...60.

Рекомендована кафедрой пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ. Поступила 31.05.21.

**ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДОБАВКОЙ**

**IMPROVING THE DURABILITY AND ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS
OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN THE TEXTILE INDUSTRY
BY USING MATERIALS MODIFIED
WITH A MICROBIOLOGICAL ADDITIVE**

В.Т. ЕРОФЕЕВ, АЛЬ ДУЛАЙМИ С.Д.С., А.В. ДЕРГУНОВА

V.T. EROFEEV, AL DULAIMI S. D. S., A.V. DERGUNOVA

(Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева)

(National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev)

E-mail: al_rodin@mail.ru; salmoon-1985@mail.ru; anna19811981@mail.ru

В статье рассматривается проблема повышения долговечности зданий и сооружений предприятий текстильной промышленности. Исследуются процессы разрушения бетона. Приводятся современные методы самовосстановления бетонных конструкций с помощью уреалистических штаммов бактерий. Проведены расчеты экономической эффективности применения бетонов, модифицированных микробиологической добавкой.

The article deals with the problem of increasing the durability of buildings and structures of textile industry enterprises. The processes of concrete destruction are investigated. Modern methods of self-healing of concrete structures using realistic strains of bacteria are presented. Calculations of the economic efficiency of using concretes modified with a microbiological additive were made.

Ключевые слова: долговечность, бетон, микроорганизмы, экономическая эффективность, текстильная промышленность.

Keywords: durability, concrete, microorganisms, economic efficiency, textile industry.

В последние годы отечественными и зарубежными авторами отмечается, что при проектировании зданий и сооружений промышленных предприятий, в том числе относящихся к текстильной индустрии, важно обеспечить не только несущую способность конструкций, но и их долговечность [1...11]. Тем не менее, при традиционном проектировании зданий и сооружений износ конструкций в течение длительных периодов времени не считается серьезной проблемой. Гораздо большее воздействие на людей или общество в целом оказывает

разрушение конструкций. Принимая во внимание эти социальные факторы, мы не должны рассматривать проблему долговечности строительных материалов как проблему прошлых времен. Необходимо разработать новые экологичные методы самовосстановления, чтобы увеличить долговечность уже спроектированных зданий и тех, которые еще будут построены.

Выбор материалов и технологий для возведения зданий и сооружений текстильной промышленности должен удовлетворять осознанным потребностям заказчика, а

также потребностям развития общества, не оказывая негативного воздействия на окружающую среду. Первостепенное значение приобретает требование долговечности высотных и большепролетных зданий и сооружений из-за значительных затрат на строительство и социальную значимость.

Строительным материалом может быть любой материал, который используется для строительства. Наиболее широко используемым строительным материалом во всем мире является бетон, как наиболее прочный и относительно дешевый. В то же время в работах российских и зарубежных специалистов отмечается, что масштабное производство бетона оказывает негативное воздействие на окружающую среду из-за захламления ее отходами [1], [12], [13].

Актуальная проблема разрушения бетона и экономические последствия технического обслуживания и ремонта бетонных конструкций привлекли внимание к процессам разрушения бетона, а также к способам замедления или даже устранения деструкции бетона. Сохранение прочности бетона обусловлено его устойчивостью к деструкции, особенно к повреждениям под воздействием атмосферных влияний, физического, химического, биологического или другого воздействия. Долговечный бетон должен сохранять форму, качество и эксплуатационные свойства на протяжении всего установленного срока службы.

В результате таких природных процессов, как выветривание, оседание почвы, землетрясения, а также деятельности человека, в бетонных конструкциях возникают трещины и разрушения, которые имеют негативные последствия, поскольку могут уменьшить срок службы зданий и сооружений. Атмосферные воздействия вызывают повышение пористости, ослабление прочности поверхностных слоев и ухудшение внешнего вида конструкций. Для их восстановления осуществляется обработка поверхностей водоотталкивающими материалами и затирка пор. Однако эти и другие способы обработки органическими и неорганическими средствами влекут за собой некоторые негативные факторы, такие как различного вида термические расширения,

разрушение со временем и необходимость регулярного технического обслуживания.

Появление трещин и разрушений является неизбежным явлением в процессе действия нагрузок и старения бетонных конструкций под воздействия погодных факторов. Такое растрескивание способствует легкому проникновению агрессивной среды к арматуре и появлению коррозии. Очень часто ремонт конструкций осуществляется в условиях невозможности закрытия текстильного предприятия, или он наносит вред людям. Следовательно, для таких ситуаций должен быть найден способ автоматической герметизации трещин самовосстанавливающимися материалами. В последнее время появилась инновационная методика использования микроорганизмов для устранения щелей и трещин в естественных образованиях и созданных человеком сооружениях путем осаждения карбоната кальция [14...18], [20], [21].

В настоящей работе объектом исследования были здания и конструкции, работающие в условиях текстильного производства. Рассматривается экономическая эффективность применения данного вида бетонов применительно к специфическим условиям эксплуатации текстильных предприятий. В качестве бетонов с добавками бактерий ниже рассмотрены бетоны общего назначения, фиброармированные и модифицированные химическими добавками [22].

Применение самовосстанавливающихся бетонов эффективно, поскольку соединения кальцита, образуемые в результате метаболических процессов в микроорганизмах, являются естественными и экологически чистыми. Метод самовосстановления с использованием бактерий может быть использован для бетонных конструкций, которые труднодоступны для технического обслуживания и ремонта, а именно подземных сооружений, мостов и плотин. Поскольку они могут немедленно зацементироваться, срок службы конструкций продлится, затраты на техническое обслуживание сократятся, несмотря на предположение о более значительных первоначальных вложениях. В связи с этим в нашем исследовании

довании приводятся технико-экономические расчеты по определению стоимости бетонов, модифицированных микробиологической добавкой, ее уменьшению за счет использования добавки золы-уноса, а также экономического эффекта от повышения долговечности железобетонных конструкций.

Стоимость разрабатываемого бетона возрастает за счет добавляемого в его состав восстанавливающего средства (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что стоимость восстанавливающего средства для биобетона за счет прямых затрат и затрат на его производство составляет 40,1 дол. из расчета на 1 м³ бетона.

Т а б л и ц а 1

Компоненты	Стоимость 1 кг компонента, дол.	Расход на 1 м ³ бетона, кг	Стоимость материала на 1 м ³ бетона, дол.
Пемза	0,0047	56,93	0,271
<i>S. pasteurii</i>	0,098	116,67	11,44
Дрожжевой экстракт	3,97	0,93	3,69
Мочевина	0,43	9,33	4
Лактат кальция	2,21	9,33	20,69
Итого			40,1

В табл. 2 представлена расчетная калькуляция на производство 1 м³ сборного бетона класса В15; в табл. 3 – то же – сборного бетона с добавкой золы-уноса класса В15. В табл. 4 показаны суммарные затраты оп-

тимизированного на производство 1 м³ сборного бетона класса В15; в табл. 5 приведены исходные данные для расчета экономической эффективности бетона класса В15.

Т а б л и ц а 2

Наименование компонентов	Цена единицы измерения, дол.	Норма расхода	Сумма затрат, дол.
Портландцемент, т	7 384	0,490	3 618,16
Щебень, м ³	277	0,909	251,79
Песок, м ³	615	0,899	552,89
Добавка СП ЖК-08, кг	246	2,079	511,43
Вода, м ³	4	0,170	0,68
Итого			4 934,95

Т а б л и ц а 3

Наименование компонентов	Цена единицы измерения, дол.	Норма расхода	Сумма затрат, дол.
Портландцемент, т	7 384	0,343	2 532,71
Щебень, м ³	277	0,915	253,46
Песок, м ³	615	0,872	536,28
Зола-унос ТЭС, т	307,7	0,147	45,23
Добавка СП ЖК-08, кг	246	2,079	511,43
Вода, м ³	3,84	0,165	0,63
Итого			3 879,74

Т а б л и ц а 4

Статьи затрат	Суммарные затраты, дол.	
	без добавки	с добавкой
Материалы	4 934,95	3 879,74
Топливо	700	700
Энергия на технологические цели	30	44,92
Заработная плата	227	340,46
Транспорт технологический	76	114
Цеховые расходы	361	541,4
Итого	6 328,95	5 620,52
Общезаводские расходы	536,12	536,12
Полная себестоимость	6 865,07	6 156,64

Показатели	До внедрения	После внедрения
Годовой выпуск сборного бетона, м ³	1 500	1 500
Цена материалов на 1 м ³ сборного бетона, дол.	4 934,95	3 879,74
Себестоимость единицы продукции, дол.	6 865,07	6 156,64

Выше было показано, что экономический эффект от применения разрабатываемых бетонов в текстильной промышленности обуславливается многими причинами, в первую очередь, повышением долговечности железобетонных конструкций. Технико-экономическая эффективность цементных бетонов, модифицированных биодобавкой, обуславливается получением на их основе материалов и конструкций с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными показателями.

Экономический эффект (Э) согласно "Инструкции по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений" (СН 509–78) определяют по формуле:

$$\text{Э} = [(Z_1 + Z_{c1})\varphi + \text{Э}_3 - (Z_2 + Z_{c2})]A,$$

где Z_1 и Z_2 – приведенные затраты на заводское изготовление конструкций (деталей) с учетом стоимости транспортировки до строительной площадки по сравниваемым вариантам базовой и новой техники, дол. на единицу измерения; Z_{c1} и Z_{c2} – приведенные затраты по возведению конструкций на стройплощадке (без учета стоимости заводского изготовления) по сравниваемым вариантам базовой и новой техники, дол. на единицу измерения; φ – коэффициент изменения срока службы новой строительной конструкции по сравнению с базовым вариантом; Э_3 – экономия в сфере эксплуатации конструкций за срок их службы; A – годовой объем строительного-монтажных работ с применением новых строительных конструкций в расчетном году, натуральные единицы.

В качестве базовых вариантов выбраны бетоны без биодобавки. Для сравниваемых вариантов Z_{c1} и Z_{c2} равны нулю, так как конструкции и материалы изготавливаются непосредственно на заводе ЖБК. Приве-

денные затраты Z_1 и Z_2 определялись в соответствии с нормативными коэффициентами и расчетами плановых отделов предприятия.

Коэффициент изменения срока службы равен:

$$\varphi = \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n},$$

где P_1 и P_2 – доли сметной стоимости строительных изделий в расчете на 1 год их службы по сравниваемым вариантам; E_n – нормативный коэффициент перспективности капитальных вложений.

Величины $P_1 + E_n$ и $P_2 + E_n$ устанавливались по таблице приложения 2 инструкции СН 509–78 в зависимости от срока службы сравниваемых вариантов. Коэффициент изменения срока службы нового и базисного вариантов фундаментных блоков составит:

$$\varphi = \frac{0,1602}{0,1561} = 1,03.$$

Экономический эффект от внедрения 1 м³ биобетона:

$$\text{Э} = 51,06 \cdot 1,03 - 50,29 = 2,30 \text{ дол.}$$

Таким образом, получен существенный экономический эффект от внедрения самовосстанавливающихся бетонов для строительства зданий текстильной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеснокова Т.В., Румянцев В.Е., Логинова С.А. Моделирование процесса биоразрушения бетона на предприятиях текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 1. С. 206...212.
2. Бенин А.В., Семенов А.С., Семенов С.Г. Моделирование процессов разрушения железобетонных транспортных конструкций с учетом наполнения повреждений // Науч. тр. III Всерос. (II Междунар.)

конф. по бетону и железобетону: Бетон и железобетон – взгляд в будущее, Москва, 12-16 мая 2014 г.: в 7 т. Т. 4. – М., 2014. С. 129...139.

3. *Бережнов К.П., Суплецов В.С.* Прогнозирование долговечности конструкций фабрик алмазодобывающей промышленности // Промышленное и гражданское строительство. – 2012, № 4. С. 13...15.

4. *Erofeev V.* Frame Construction Composites for Buildings and Structures in Aggressive Environments // *Procedia Engineering*. – № 165, 2016. P. 1444...1447.

5. *Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Ярмаковский В.Н., Ерофеев В.Т.* О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций // *Academia*. Архитектура и строительство. – 2015, №1. С.93...102.

6. *Erofeev V., Rodin A., Rodina N., Kalashnikov V., Irina E.* Biocidal Binders for the Concretes of Underground Constructions // *Procedia Engineering*. – 165, 2016. P. 1448...1454.

7. *Ерофеев В.Т., Дергунова А.В., Богатов А.Д.* Экономические потери от биоповреждений и технико-экономическая эффективность повышения биостойкости материалов и конструкций зданий и сооружений предприятий текстильной промышленности // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2020, № 5. С. 97...102.

8. *Мировая премьера в Австрии – арочный разводной мост из высокопрочного фибробетона* // *CPI. Междунар. бетонное производство*. – 2011, № 1. С.132...134.

9. *Ерофеев В.Т., Ельчищева Т.Ф.* Исследование накопления солей в наружных ограждающих конструкциях зданий промышленных предприятий // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2020, № 2. С. 193...200.

10. *Erofeev V.T., Fedortsov A.P., Bogatov A.D., Fedortsov V.A., Gusev B.V.* Evaluation of corrosion of alkaliglass composites, predicting their physico-chemical resistance and ways to improve it // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2018, №2. P. 238...246.

11. *Овчинников И.И., Мигунов В.Н.* Долговечность железобетонной балки в условиях хлоридной агрессии // *Строительные материалы*. – 2012, № 8. С.76...84.

12. *Шамишина К.В., Мигунов В.Н., Овчинников И.Г., Румянцева В.Е.* Влияние коррозионных продольных трещин на деформационные свойства и безопасность изгибаемых железобетонных конструкций объектов текстильной промышленности // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2019, № 2. С. 145...148.

13. *Федосов С.В., Малбиев С.А.* Применение коррозионно-стойких строительных материалов в несущих конструкциях покрытий зданий текстильной промышленности // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2017, № 5. С.204...208.

14. *Барраган Б., Ронсеро Х., Магаротто Р. и др.* Интеллектуальный динамичный бетон // *CPI Междунар. бетонное производство*. – 2011, № 2. С.58...67.

15. *Achal V., Mukherjee A., Reddy M.S.* Microbial concrete: Away to enhance the durability of concrete buildings // *Journal of Materials in Civil engineering* – Vol. 23, № 6, 2011. P. 730...734.

16. *Achal V.* Microbial remediation of defects in building materials and structures: PhD thesis. – India: Thapar University, Patiala, 2010. P. 1...263.

17. *Castanier S., Le M'etayer –Levrel G., Perthuisot J.P., Riding R.E., Awramik S.M.* Bacterial roles in the precipitation of carbonate minerals // *Microbial sediments*. Heidelberg: Springer-Verlag. – 2000. P. 32...39.

18. *Ерофеев В.Т., Аль Дулайми С.Д.С., Смирнов В.Ф., Фомичев В.Т.* Бактерии для получения биобетон // *БСТ: Бюллетень строительной техники*. – 2018, № 8 (1008). С. 26...29.

19. *Ерофеев В.Т., Аль Дулайми С.Д.С., Смирнов В.Ф.* Бактерии для получения самовосстанавливающихся бетонов // *Транспортные сооружения*. – 2018. Том 5, № 4. С.7.

20. *Ерофеев В.Т., Аль Дулайми С.Д.С., Фомичев В.Т.* Химические аспекты процесса устранения трещин бетона с помощью бактерий // *Транспортные сооружения*. – 2018. Т. 5, № 3. С. 12.

21. *Ерофеев В.Т., Аль Дулайми С.Д.С.* Исследование изменений прочностных характеристик цементных композитов в зависимости от концентрации в них бактерий и возраста образцов // *Приволжский научный журнал. Строительные материалы и изделия*. – 2018, № 3. С. 70...77.

22. *Аль Дулайми С.Д.С.* Самовосстанавливающиеся бетоны, модифицированные микробиологической добавкой: Дис...канд. техн.наук. – М., 2019.

REFERENCES

1. *Chesnokova T.V., Rumyantseva V.E., Loginova S.A.* Modelirovanie protsessa biorazrusheniya betona na predpriyatiyakh tekstil'noy promyshlennosti // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2020, № 1. S. 206...212.

2. *Benin A.V., Semenov A.S., Semenov S.G.* Modelirovanie protsessov razrusheniya zhelezobetonnykh transportnykh konstruksiy s uchetom napolneniya povrezhdeniy // *Nauch. tr. III Vseros. (II Mezhdunar.) konf. po betonu i zhelezobetonu: Beton i zhelezobeton – vzglyad v budushchee, Moskva, 12-16 maya 2014 g.: v 7 t. T. 4.* – М., 2014. S. 129...139.

3. *Berezhnov K.P., Supletsov V.S.* Prognozirovaniye dolgovechnosti konstruksiy fabrikalmazodobyvayushchey promyshlennosti // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. – 2012, № 4. S. 13...15.

4. *Erofeev V.* Frame Construction Composites for Buildings and Structures in Aggressive Environments // *Procedia Engineering*. – № 165, 2016. P. 1444...1447.

5. *Karpenko N.I., Karpenko S.N., Yarmakovskiy V.N., Erofeev V.T.* O sovremennykh metodakh obespecheniya dolgovechnosti zhelezobetonnykh konstruksiy // *Academia*. Arkhitektura i stroitestvo. – 2015, № 1. S.93...102.

6. *Erofeev V., Rodin A., Rodina N., Kalashnikov V., Irina E.* Biocidal Binders for the Concretes of Uner-

ground Constructions // Procedia Engineering. – 165, 2016. P. 1448...1454.

7. Erofeev V.T., Dergunova A.V., Bogatov A.D. Ekonomicheskie poteri ot biopovrezhdeniy i tekhniko-ekonomicheskaya effektivnost' povysheniya biostoykosti materialov i konstruktsiy zdaniy i sooruzheniy predpriyatiy tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 5. S. 97...102.

8. Mirovaya prem'era v Avstrii – arochnyy razvodnoy most iz vysokoprochnogo fibrobeta // CPI. Mezhdunar. betonnoe proizvodstvo. – 2011, № 1. S.132...134.

9. Erofeev V.T., El'chishcheva T.F. Issledovanie nakopleniya soley v naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruktsiyakh zdaniy promyshlennykh predpriyatiy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, № 2. S. 193...200.

10. Erofeev V.T., Fedortsov A.P., Bogatov A.D., Fedortsov V.A., Gusev B.V. Evaluation of corrosion of alkaliglass composites, predicting their physico-chemical resistance and ways to improve it // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, №2. P. 238...246.

11. Ovchinnikov I.I., Migunov V.N. Dolgovechnost' zhelezobetonnoy balki v usloviyakh khloridnoy agressii // Stroitel'nye materialy. – 2012, № 8. S.76...84.

12. Shamshina K.V., Migunov V.N., Ovchinnikov I.G., Rumyantseva V.E. Vliyanie korrozionnykh prodol'nykh treshchin na deformatsionnye svoystva i bezopasnost' izgibaemykh zhelezobetonnykh konstruktsiy ob"ektov tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, № 2. S. 145...148.

13. Fedosov S.V., Malbiev S.A. Primenenie korrozionnostoykikh stroitel'nykh materialov v nesushchikh konstruktsiyakh pokrytiy zdaniy tekstil'noy promyshlennosti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh

Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 5. S.204...208.

14. Barragan B., Ronsero Kh., Magarotto R. i dr. Intellektual'nyy dinamichnyy beton // SR1 Mezhdunar. betonnoe proizvodstvo. – 2011, № 2. S.58...67.

15. Achal V., Mukherjee A., Reddy M.S. Microbial concrete: Away to enhance the durability of concrete buildings // Journal of Materials in Civil engineering – Vol. 23, № 6, 2011. P. 730...734.

16. Achal V. Microbial remediation of defects in building materials and structures: PhD thesis. – India: Thapar University, Patiala, 2010. P. 1...263.

17. Castanier S., Le M'etayer –Levrel G., Perthuisot J.P., Riding R.E., Awramik S.M. Bacterial roles in the precipitation of carbonate minerals // Microbial sediments. Heidelberg: Springer-Verlag. – 2000. P. 32...39.

18. Erofeev V.T., Al' Dulaymi S.D.S., Smirnov V.F., Fomichev V.T. Bakterii dlya polucheniya biobetonov // BST: Byulleten' stroitel'noy tekhniki. – 2018, № 8 (1008). S. 26...29.

19. Erofeev V.T., Al' Dulaymi S.D.S., Smirnov V.F. Bakterii dlya polucheniya samovosstanavlivayushchikhsya betonov // Transportnye sooruzheniya. – 2018. Tom 5, № 4. S.7.

20. Erofeev V.T., Al' Dulaymi S.D.S., Fomichev V.T. Khimicheskie aspekty protsessa ustraneniya treshchin betona s pomoshch'yu bakteriy // Transportnye sooruzheniya. – 2018. T. 5, № 3. S. 12.

21. Erofeev V.T., Al' Dulaymi S.D.S. Issledovanie izmeneniy prochnostnykh kharakteristik tsementnykh kompozitov v zavisimosti ot kontsentratsii v nikh bakteriy i vozrasta obraztsov // Privolzhskiy nauchnyy zhurnal. Stroitel'nye materialy i izdeliya. – 2018, № 3. S.70...77.

22. Al' Dulaymi S.D.S. Samovosstanavlivayushchiesya betony, modifitsirovannyye mikrobiologicheskoy dobavkoy: Dis...kand. tekhn.nauk. – M., 2019.

Рекомендована кафедрой строительных материалов и технологий. Поступила 02.06.21.

**АНАЛИЗ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ КИСЛОТ
ПРОИЗВОДСТВА НИТРАТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

**ANALYZING THE METHODS OF DISPOSING SPENT ACIDS OBTAINED IN PRO-
DUCING CELLULOSE NITRATES**

*Р.Х. ФАЗУЛЛИН, Р.А. ХАЛИТОВ, Р.Х. ХУЗИАХМЕТОВ, А.А. ФАЗУЛЛИНА, Р.Г. САФИИ
R.KH. FAZULLIN, R.A. KHALITOV, R.KH. KHUZIACHMETOV, A.A. FAZULLINA, R.G. SAFIN*

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technological University)

E-mail: rinatu@inbox.ru; halitovra@mail.ru; gafiat2013@mail.ru; rialai@mail.ru; safin@kstu.ru

Проведен анализ составов отработанных кислот производства нитратов целлюлозы на основе треугольных диаграмм, описывающих зависимость равновесной упругости паров азотной кислоты от состава кислот при температуре их кипения. Получена линия эффективной денитрации, позволяющая определить возможность получения 98% HNO_3 из отработанной кислотной смеси без дополнительных затрат. Определены два наиболее эффективных способа утилизации отработанных кислот различного состава.

Проанализированы возможные методы получения сульфонитрата аммония нейтрализацией кислотной смеси газообразным аммиаком или 25% аммиачной водой с использованием и без использования тепла в виде пара, выделившегося в процессе нейтрализации в дальнейшем технологическом процессе. Проведенные исследования минеральных удобрений на содержание металлов показали, что они не содержат элементов первой группы токсичности и могут быть использованы в сельском хозяйстве.

Compositions of spent acids used in producing cellulose nitrates were analyzed based on triangular diagrams defining the dependence of the equilibrium nitric acid vapor pressure on the compositions of acids at their boiling points. A line of efficient denitration was obtained, which allows evaluating the possibility of obtaining 98-% HNO_3 from spent mixed acids at no extra costs. Two most efficient techniques were identified for recycling spent acids having different compositions.

We analyzed potential methods of obtaining ammonium sulfate nitrate by neutralizing the mixed acid with gas ammonia or with the 25-% ammonia liquor with and without using heat as vapor emitted in neutralizing within the further workflow. Testing of mineral fertilizers for metal contents has shown that they contain no elements of the first toxicity class and can be used in agriculture.

Ключевые слова: отработанные кислотные смеси, утилизация, отход производства нитроцеллюлозы, серная кислота, азотная кислота, треугольная диаграмма, сульфат алюминия, аммиачная селитра, сульфонитрат аммония.

Keywords: spent mixed acids, disposal, wastes from producing cellulose nitrates, sulfuric acid, nitric acid, triangle diagram, aluminum sulfate, ammonium nitrate, ammonium sulfate nitrate.

Проблеме интенсификации и снижения газовых выбросов процесса регенерации отработанных кислот производства высокоэнергетических веществ, в частности нитратов целлюлозы, уделялось достаточно много внимания [1...3]. Однако модернизация регенерации отработанных кислот не приводила к снижению материало- и энергоемкости процесса. Обеспечение газовых выбросов в пределах допускаемых значений приводит к дополнительным затратам на усовершенствование системы газоочистки. В настоящее время снижение себестоимости продукции можно достичь диверсификацией производства и выпуском востребованной продукции из отходов химических предприятий. [4].

По этой причине в последнее время интенсифицировались исследования в области утилизации отработанных кислотных смесей (ОКС), образующихся на предприятиях производства нитроцеллюлозы (НЦ) в полезные продукты. Одно из направлений исследования – их переработка в удобрения [5], [6].

На качество получаемой НЦ влияют свойства целлюлозы. Хлопок поступает в необработанном виде, требующем дополнительной очистки на месте [7], при этом качество сырья заметно снизилось в последние десятилетия. [8] Также на качество НЦ влияет состав рабочей кислотной смеси, состоящий из отработанных кислотных смесей с добавлением концентрированных серной и азотной кислот. Невостребованная для составления рабочей кислотной смеси часть ОКС подвергается регенерации. В отработанных кислотах производства пироксилина №1 (П1) и №2 (П2), а также коллоксилина (К), состав и количество которых представлено в табл. 1, содержатся растворенные оксиды азота (до 3 масс. %) и остатки нитроцеллюлозы (до 0,5 масс. %) на 1 т НЦ.

Т а б л и ц а 1

НЦ	Состав ОКС, % масс.			ОКС на 1 т НЦ
	H ₂ SO ₄	HNO ₃	H ₂ O	
П1	71,25	19,8	8,95	1,0...1,2
П2	66,23	15,93	17,77	1,0...1,2
К	39,5	18,5	42	3,0...3,5

После стадии нитрования отработанные кислоты смешиваются с кислотами, получаемыми на других этапах производства НЦ (отжима, промывки), образуя состав масс. %: HNO₃ – 10÷18, H₂SO₄ – 23÷39, НЦ – не более 0,5%, H₂O – остальное.

Технология и оборудование регенерации ОКС отличаются высокой материало- и энергоемкостью. В процессе регенерации образуются оксиды азота NO_x и серы SO₂, на системы газоочистки которых приходится более половины оборудования по массе и объему [9]. На стадии денитрации ОКС усредненного состава для получения 1 т 98% HNO₃ необходимо дополнительно вводить в колонну денитрации от 5 т и более 92% H₂SO₄. При этом большое количество H₂SO₄ находится в замкнутом кислотообороте.

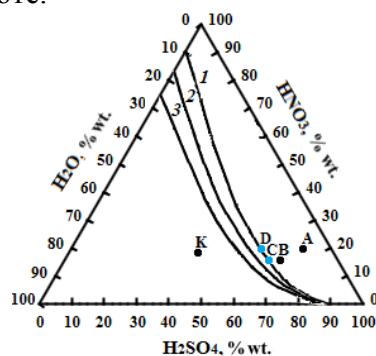


Рис. 1

Большое содержание азотной и серной кислот в отработанной кислотной смеси, как видно из рис. 1 (зависимость равновесной концентрации паров азотной кислоты от концентрации отработанной кислотной смеси при температурах кипения смеси: 1 – содержание HNO₃ 98%, 2 – содержание HNO₃ 90%, 3 – содержание HNO₃ 80%), ОКС П1 (точка А) и П2 (точка В) позволяет получить продукционную 98% HNO₃ непосредственной перегонкой смеси. Однако для нагрева смеси в колонну денитрации необходимо подавать острый водяной пар, что приводит к снижению концентрации H₂SO₄ в кислотной смеси. При этом точка А может сместиться до концентрации H₂SO₄ менее 57% (точка С) при денитрации ОКС П1, а точка В может сместиться ниже 63% (точка D) при денитрации ОКС П2. В

этом случае для поддержания концентрации H_2SO_4 выше, чем в точках С и D, необходимо дополнительно вводить в колонну 92%-ную серную кислоту.

Для расчета регенерации ОКС различного состава нами разработан программный модуль, который позволяет определить расходные параметры ОКС и энергоресурсов процесса регенерации.

С помощью программного модуля выявлены концентрации ОКС, для которых нет необходимости вводить в колонну денитрации 92% H_2SO_4 . Также известно, что азотную кислоту концентрацией 98% и выше без разбавления серной кислотой можно получить только при условии содержания ее в парах более 98 %.

Совмещение результатов расчета процесса денитрации программным модулем с данными равновесной концентрации паров HNO_3 над смесью кислот позволило получить линию эффективной денитрации, представленную на рис. 2. В области, находящейся правее этой линии, возможно получение 98% HNO_3 и 68% H_2SO_4 , а в области, находящейся левее этой линии, это возможно только с дополнительным введением 92% H_2SO_4 .

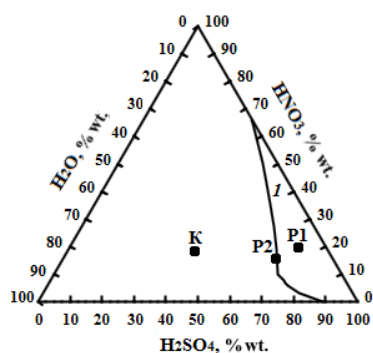


Рис.2

Выполненный анализ процесса регенерации ОКС показал целесообразность сбора ОКС П1 и П2 в отдельную емкость с последующей ее денитрацией с получением 98% HNO_3 . Регенерация ОКС, полученных при кислотоотжиме, кислотной промывке и ОКС К нецелесообразна как с технической, так и с экономической точек зрения, вследствие их низкой концентрации. Эти ОКС могут быть использованы в

качестве исходного сырья для получения комплексного минерального удобрения сульфонитрата аммония (СН) или азотно-калийного удобрения (АКУ) [10], [11].

На регенерацию 1 т исходной кислотной смеси состава (15,93% HNO_3 ; 66,3% H_2SO_4 ; 17,77% H_2O) затрачивается энергии в пересчете на природный газ: 7,8 м³ на стадии денитрации и 27 м³ на стадии концентрирования. Эти дополнительные затраты закладываются в себестоимость НЦ.

Также при уменьшении концентрации ОКС и нахождении точки ее состава левее линии эффективной денитрации появляется необходимость укрепления ОКС введением в колонну денитрации дополнительного количества 92% H_2SO_4 , что приводит к дополнительным энергозатратам на стадии концентрирования серной кислоты. Например, при денитрации кислотной смеси состава 16,5% HNO_3 ; 33,1% H_2SO_4 ; 50,4% H_2O необходимо вводить 1,63 т 92% H_2SO_4 на 1 т ОКС.

С учетом вышесказанного и учитывая, что стоимость 98 % HNO_3 в 3...4 раза выше стоимости 92% H_2SO_4 , рассматривается два наиболее эффективных решения с точки зрения снижения энергозатрат, затрат на техническое обслуживание и капитальный ремонт аппаратов регенерации и газоочистки.

Первым решением является полный отказ от концентрирования H_2SO_4 , а процесс денитрации проводить только для ОКС, не требующих дополнительного введения 92% H_2SO_4 в колонну денитрации. Образующуюся при этом в кубе колонны денитрации 68% H_2SO_4 эффективнее продавать, либо производить из нее целевой продукт – минеральное удобрение (сульфат аммония) или востребованный промышленностью сульфат алюминия, а из ОКС промывки и кислотоотжима производить СН или АКУ.

Вторым решением является полный отказ от регенерации ОКС любых концентраций и направление их на производство СН или АКУ.

Даже при наличии самых современных систем газоочистки в атмосферу выбрасывается 0,1...0,4 кг SO_2 и более при концентрировании каждой тонны серной кислоты

[12]. Поэтому полный отказ от регенерации кислот положительно скажется на экологической обстановке вокруг предприятия [13].

Обсуждение результатов

С помощью программного модуля были проанализированы возможные методы получения СН нейтрализацией кислотной смеси аммиаком или 25%-ной аммиачной водой с использованием и без использования в дальнейшем технологическом процессе тепла в виде пара, выделившегося в процессе нейтрализации (рис. 3 – получение сульфонитрата аммония; 1 – составы, нейтрализуемые газообразным аммиаком с полным использованием тепла нейтрализации; 2 – составы, нейтрализуемые аммиачной водой без использования тепла нейтрализации; 3 – составы, нейтрализуемые аммиачной водой с полным использованием тепла нейтрализации). Графическое отображение в дальнейшем можно использовать для быстрого определения возможности нейтрализации ОКС различных составов.

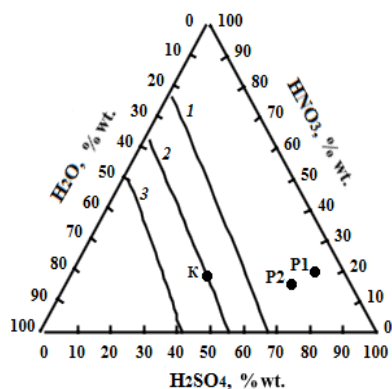


Рис. 3

Анализ данных показал, что из ОКС производства НЦ с содержанием кислоты выше 41,4...50,4% рентабельно получение соли с соотношением СН : H₂O = 0,95 : 0,05 и направление ее на грануляцию. Из ОКС с меньшей концентрацией возможно получение раствора солей, который можно использовать для производства жидких удобрений.

В результате нейтрализации аммиачной водой марки ХЧ и гидроксидом калия марки ХЧ ОКС П1 получены два образца удобрения. Первый образец – СН, второй образец – АКУ. Образцы были исследо-

ваны в лаборатории ООО "УкуЛаб" атомно-абсорбционным спектрометром МГА-1000 на наличие примесей металлов. Результаты исследований представлены в табл. 2 (содержание металлов в образцах удобрения).

Т а б л и ц а 2

№	Металл	Содержание, мг/кг	
		СН	АК
1	Al	497	470
2	Fe	626	547
3	Cr	156	248
4	Zn	-	-
5	Ni	3,07	-
6	Mn	41	37,5
7	Cd	-	-
8	As	-	-
9	Cu	1,99	6,52
10	Pb	-	-
11	V	-	-
12	Sr	1,13	1,34
13	Co	-	-
14	Se	-	-
15	Hg	-	-
16	Sn	-	-

Образцы удобрений содержат в значительных количествах Al, Fe, Cr, Mn и в небольших количествах Sr, Cu, Ni, отсутствуют металлы: Zn, Cd, As, Pb, V, Co, Se, Hg, Sn. Общее содержание металлов в СН – 0,1326%, а в АКУ – 0,131%. Примеси металлов не оказывают негативное влияние на потребительские свойства удобрения, так как не содержат металлы 1-го класса опасности.

Так как для нейтрализации ОКС использовались вещества марки ХЧ, можно сделать вывод о том, что все металлы перешли в удобрение из ОКС.

В процессе хранения 98% HNO₃ и 92% H₂SO₄, регенерации ОКС, происходит их загрязнение сульфатами железа, оксидами алюминия, хрома, магния, кремния, которые оказывают отрицательное воздействие на качество получаемой НЦ. При регенерации кислот часть металлов в виде сульфатов выпадает в осадок и удаляется на стадии денитрации и концентрирования, а оставшаяся часть попадает в резервуары для хранения вместе с концентрированными кислотами. Рабочая кислотная смесь нитрования целлюлозы, составленная с ис-

пользованием этих кислот, будет загрязнена. Примеси сульфатов металлов в тройной смеси негативно влияют на потребительские качества НЦ. При отказе от регенерации загрязненная кислота не будет попадать в рабочую кислотную смесь, что благоприятно скажется на качестве нитратов целлюлозы.

В предыдущих исследованиях [14] было выявлено более низкое содержание общего азота относительно теоретического в образцах удобрения и сделано предположение, что это связано не только с наличием нитроцеллюлозы в качестве примеси. Данное исследование подтверждает, что на уменьшение общего азота также оказывает влияние наличие сульфатов металлов в конечном продукте.

Основными путями поступления Fe, Cr и Mn является коррозия аппаратов и емкостей для хранения ОКС [15], а алюминий поступает вымыванием из кислотоупорных природных материалов [16], [17], которыми футерованы емкости хранения кислот и аппарат концентрирования H_2SO_4 .

ВЫВОДЫ

Более низкое содержание общего азота относительно теоретического в удобрении, полученном из ОКС, объясняется кроме наличия примесей НЦ, наличием примесей металлов.

Необходимо полностью отказаться от регенерации ОКС, так как этот процесс вносит значительное количество примесей металлов в кислотные смеси цикла нитрования. Это приведет к улучшению качества получаемой НЦ.

Утилизация ОКС с получением минеральных удобрений позволяет получить востребованные на рынке удобрения, снизить издержки производства и исключить газовые выбросы токсичных веществ в атмосферу за счет отказа от энергоемкого процесса регенерации кислот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ким П.П., Петровский А.М., Перетрутов А.А., Комаров В.А., Чубенко М.Н. Регенерация отработан-

ной серной кислоты производства энергонасыщенных материалов с комплексным решением охраны окружающей среды и безопасности человека // Современные наукоемкие технологии. – 2015, № 7. С. 48...52.

2. Ким П.П., Пастухова Г.В., Перетрутов А.А., Чубенко М.Н., Ким В.П., Комаров В.А. Денитрация отработанной серной кислоты производства высокоэнергетических (энергонасыщенных) веществ и концентрирования азотной кислоты с помощью серной // Химическая промышленность сегодня. – 2015, № 1. С. 39...44.

3. Ким П.П., Перетрутов А.А., Ким В.П., Комаров В.А. Денитрация отработанной серной кислоты // Химическая промышленность сегодня. – 2013, №8. С. 9...10.

4. Савойская Е.В. Перспективы устойчивого развития предприятий по производству минеральных удобрений // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2018, № 3. С. 185...189.

5. Валишина З.Т., Романова М.А., Гафарова Г.Х., Косточко А.В. Утилизация отходов производства нитратов целлюлозы. Сообщение № 2 // Вестник технолог. ун-та. – 2017. Т. 20. Вып. 9. С. 140...144.

6. Сабиров Р.Ф., Махоткин А.Ф., Сахаров Ю.Н., Махоткин И.А., Сахаров И.Ю. Изменение кислотности среды в процессе разложения апатита серной кислотой // Вестник Воронежского гос. ун-та инженерных технологий. – 2019. Т. 81. Вып. 1. С.325...328. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-325-328>.

7. Мырхалыков Ж.У. Проблемы развития сырьевой базы текстильной промышленности Казахстана // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №6. С. 12...15.

8. Ахметова Г.Ж., Байнеева П.Т., Саменова Н.Ж., Садыкова Ж.Е., Есиркепова А.М. Инновационные технологии в хлопководстве – как основа расширения сырьевой базы текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №1. С. 57...63.

9. Халитов Р.А., Царева О.В., Махоткина Е.А. Предотвращение туманообразования при концентрировании отработанной серной кислоты // Вестник технолог. ун-та. – 2010. Вып. 10. С. 293.

10. Fazullin R. Kh., Khalitov R.A., Khuziahmetov R.Kh., Matuhin E.L., Fazullina A.A. Granular nitrogen and nitrogen-potassium fertilizers containing sulfur from the spent acid mixture of nitrocellulose production // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – V. 862, № 6, 2020. P. 160471. doi:10.1088/1757-899X/862/6/062034.

11. Фазуллин Р.Х., Халитов Р.А., Хузиахметов Р.Х. Получение N(S)- и NK(S)- удобрений из отработанной кислотной смеси производства нитратов целлюлозы // Сб. тез. в 6 томах "XXI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии". – С.-П., 2019. Т. 3. С. 347.

12. Семочкин А.С., Хауринов А.И., Хакимов М.Ф., Наместников В.В., Гатина Р.Ф. Об особенно-

стях концентрирования серной кислоты в промышленных условиях // Вестник технолог. ун-та. – 2010. Вып. 8. С. 411...415.

13. Халитов Р.А., Махоткин А.Ф., Фазуллин Р.Х. Результаты промышленных испытаний малоотходной технологии концентрирования серной кислоты // Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф.: Инновационные подходы в решении современных проблем рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. – Алушта, 2019. Т. 1. С. 135...142.

14. Фазуллин Р.Х., Фазуллина А.А., Хузиахметов Р.Х., Халитов Р.А. Определение содержания азота в сульфатонитратном удобрении, полученном из отработанной кислотной смеси производства нитратов целлюлозы // Вестник Казанского гос. технич. ун-та. – 2020. Т. 23. Вып. 2. С. 40...43.

15. Халитов Р.А., Степанов И.Н., Хайруллин Р.Р., Рахимов Р.А., Мадьяров Р.Р., Махоткин А.Ф. Коррозионная стойкость оборудования регенерации отработанных кислотных смесей производства нитратов целлюлозы // Вестник технолог. ун-та. – 2015. Т. 18. Вып. 8. С. 155...157.

16. Шишакина О.А., Паламарчук А.А., Кочуров Д.В. Применение кислотоупорной керамики в современной промышленности // Междунар. студенческий научный вестник. – 2018, №6.

17. Пасечник Л.А., Сабирзянов Н.А., Яценко С.П. Растворимость в системе $Al_2(SO_4)_3$ - $FESO_4$ - H_2SO_4 - H_2O при 25 °С // Журнал неорганической химии. – 2005. Т. 50, № 4. С. 717...720.

REFERENCES

1. Kim P.P., Petrovskiy A.M., Peretrutov A.A., Komarov V.A., Chubenko M.N. Regeneratsiya otrabotannoy sernoy kisloty proizvodstva energonasyshchennykh materialov s kompleksnym resheniem okhrany okruzhayushchey sredy i bezopasnosti cheloveka // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2015, № 7. С. 48...52.

2. Kim P.P., Pastukhova G.V., Peretrutov A.A., Chubenko M.N., Kim V.P., Komarov V.A. Denitratsiya otrabotannoy sernoy kisloty proizvodstva vysokoenergeticheskikh (energonasyshchennykh) veshchestv i kontsentrirovaniya azotnoy kisloty s pomoshch'yu sernoy // Khimicheskaya promyshlennost' segodnya. – 2015, № 1. С. 39...44.

3. Kim P.P., Peretrutov A.A., Kim V.P., Komarov V.A. Denitratsiya otrabotannoy sernoy kisloty // Khimicheskaya promyshlennost' segodnya. – 2013, №8. С.9...10.

4. Savoyskaya E.V. Perspektivy ustoychivogo razvitiya predpriyatiy po proizvodstvu mineral'nykh udobreniy // Vestnik Instituta ekonomiki Rossiyskoy akademii nauk. – 2018, № 3. С. 185...189.

5. Valishina Z.T., Romanova M.A., Gafarova G.Kh., Kostochko A.V. Utilizatsiya otkhodov proizvodstva nitratov tsellyulozy. Soobshchenie № 2 // Vestnik tekhnolog. un-ta. – 2017. Т. 20. Вып. 9. С. 140...144.

6. Sabirov R.F., Makhotkin A.F., Sakharov Yu.N., Makhotkin I.A., Sakharov I.Yu. Izmenenie kislotnosti sredy v protsesse razlozheniya apatita sernoy kislotoy // Vestnik Voronezhskogo gos. un-ta inzhenernykh tekhnologiy. – 2019. Т. 81. Вып. 1. С.325...328. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-325-328>.

7. Myrkhalykov Zh.U. Problemy razvitiya syr'evoy bazy tekstil'noy promyshlennosti Kazakhstana // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2013, №6. С. 12...15.

8. Akhmetova G.Zh., Bayneeva P.T., Samenova N.Zh., Sadykova Zh.E., Esirkepova A.M. Innovatsionnye tekhnologii v khlopkovodstve – kak osnova rasshireniya syr'evoy bazy tekstil'nykh predpriyatiy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №1. С. 57...63.

9. Khalitov R.A., Tsareva O.V., Makhotkina E.A. Predotvrashchenie tumanoobrazovaniya pri kontsentrirovani otrabotannoy sernoy kisloty // Vestnik tekhnolog. un-ta. – 2010. Вып. 10. С. 293.

10. Fazullin R. Kh., Khalitov R.A., Khuziahmetov R.Kh., Matuhin E.L., Fazullina A.A. Granular nitrogen and nitrogen-potassium fertilizers containing sulfur from the spent acid mixture of nitrocellulose production // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – V. 862, № 6, 2020. R. 160471. doi:10.1088/1757-899X/862/6/062034.

11. Fazullin R.Kh., Khalitov R.A., Khuziahmetov R.Kh. Poluchenie N(S)- i NK(S)- udobreniy iz otrabotannoy kislotnoy smesi proizvodstva nitratov tsellyulozy // Sb. tez. v 6 tomakh "XXI Mendeleevskiy s"ezd po obshchey i prikladnoy khimii". – S.-P., 2019. Т. 3. С. 347.

12. Semochkin A.S., Khatsrinov A.I., Khakimov M.F., Namestnikov V.V., Gatina R.F. Ob osobennostyakh kontsentrirovaniya sernoy kisloty v promyshlennykh usloviyakh // Vestnik tekhnolog. un-ta. – 2010. Вып. 8. С. 411...415.

13. Khalitov R.A., Makhotkin A.F., Fazullin R.Kh. Rezul'taty promyshlennykh ispytaniy malootkhodnoy tekhnologii kontsentrirovaniya sernoy kisloty // Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Innovatsionnye podkhody v reshenii sovremennykh problem ratsional'nogo ispol'zovaniya prirodnykh resursov i okhrany okruzhayushchey sredy. – Alushta, 2019. Т.1. С.135...142.

14. Fazullin R.Kh., Fazullina A.A., Khuziahmetov R.Kh., Khalitov R.A. Opredelenie soderzhaniya azota v sul'fatonitratnom udobrenii, poluchennom iz otrabotannoy kislotnoy smesi proizvodstva nitratov tsellyulozy // Vestnik Kazanskogo gos. tekhnich. un-ta. – 2020. Т. 23. Вып. 2. С. 40...43.

15. Khalitov R.A., Stepanov I.N., Khayrullin R.R., Rakhimov R.A., Mad'yarov R.R., Makhotkin A.F. Korroziionnaya stoykost' oborudovaniya regeneratsii otrabotannykh kislotnykh smesey proizvodstva nitratov tsellyulozy // Vestnik tekhnolog. un-ta. – 2015. Т. 18. Вып. 8. С. 155...157.

16. Shishakina O.A., Palamarchuk A.A., Kochurov D.V. Primenenie kisloutopornoy keramiki v sovremennoy promyshlennosti // Mezhdunar. studencheskiy nauchnyy vestnik. – 2018, №6.

17. Pasechnik L.A., Sabirzyanov N.A., Yatsenko S.P. Rastvorimost' v sisteme AL₂(SO₄)₃-FESO₄-H₂SO₄-H₂O

pri 25 °S // Zhurnal neorganicheskoy khimii. – 2005. T.50, № 4. S. 717...720.

Рекомендована кафедрой оборудования химических заводов. Поступила 02.06.21.

УДК 624.011.1

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_153

**К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**TO THE QUESTION OF THE METHOD FOR DETERMINING
THE STRENGTH CHARACTERISTICS
OF ADHESIVE JOINTS OF WOODEN STRUCTURES**

Н.В. ЛИНЬКОВ

N.V. LINKOV

(Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет (НИУ МГСУ))

(Moscow State University of Civil Engineering (MGSU) National Research University)

E-mail: Nicklinkov@gmail.com

Соединение деревянных элементов "КМ-обклейка" выполняется с применением композиционного материала на основе стеклоткани и клеевой эпоксидной матрицы холодного отверждения. В настоящей работе представлена сравнительная оценка прочностных характеристик соединения "КМ-обклейка", полученных нормированием по методу предельных состояний с учетом изменчивости показателей, и по методике ЦНИИСК с учетом коэффициентов надежности, отражающих длительную прочность древесины. Исследование выполнено на результатах испытаний трех серий образцов соединения при разной толщине композиционного материала. Установлены значения нормативных и кратковременных расчетных сопротивлений срезу соединения "КМ-обклейка" с учетом соответствующих режиму нагружения коэффициентов длительной прочности древесины по методу предельных состояний и по методике ЦНИИСК. Выполнена сравнительная оценка полученных разными методами прочностных характеристик соединения.

The connection of the wooden elements "CM-gluing" is carried out using a composite material based on fiberglass and an adhesive epoxy matrix of cold curing. This paper presents a comparative assessment of the strength characteristics of the KM-gluing compound obtained by normalization by the method of limiting states taking into account the variability of indicators, and by the TsNIISK method taking into account reliability coefficients reflecting the long-term strength of wood. The

study was performed on the results of tests of three series of samples of the compound at different thicknesses of the composite material. The values of normative and short-term design resistances for shear joints "CM-gluing" are established taking into account the coefficients of long-term strength of wood corresponding to the loading mode by the method of ultimate states and by the TsNIISK method. A comparative assessment of the strength characteristics of the compound obtained by different methods is performed.

Ключевые слова: композиционный материал, соединение "КМ-обклейка", нормативное сопротивление, кратковременное расчетное сопротивление, коэффициент длительной прочности древесины, коэффициент надежности, метод предельных состояний, разрушающая нагрузка, верхняя граница области упругой работы соединения, расчетная несущая способность соединения.

Keywords: composite material, "CM-gluing" joint, normative resistance, short-term design resistance, long-term strength coefficient of wood, reliability coefficient, limiting state method, breaking load, upper boundary of the joint elastic work region, calculated joint bearing capacity.

В практике строительства для усиления конструкций и узлов находят применение композиционные материалы [1...6]. На кафедре металлических и деревянных конструкций НИУ МГСУ разработаны соединения деревянных элементов с применением композиционного материала на основе стеклоткани и клеевой эпоксидной матрицы холодного отверждения [7...10]. В соединении, называемом "КМ-обклейка", композиционный материал формируется на боковых поверхностях соединяемых элементов с одновременным отверждением клеевой эпоксидной матрицы и созданием адгезионных связей между композитом и древесиной. Несущая способность соединений деревянных конструкций, в том числе с применением клея, характеризуется нормативным и расчетным сопротивлениями, которые определяют нормированием при доверительной вероятности по минимуму 0,95 и 0,99. В то же время существует методика ЦНИИСК, позволяющая определять расчетную несущую способность и расчетное сопротивление соединений деревянных конструкций на основе коэффициентов надежности, которые зависят от длительной прочности древесины и от времени действия разрушающей нагрузки на образец.

Цель работы – сравнительная оценка прочностных характеристик соединения

"КМ-обклейка", полученных нормированием по методу предельных состояний с учетом изменчивости показателей, и по методике ЦНИИСК с учетом коэффициентов надежности, отражающих длительную прочность древесины.

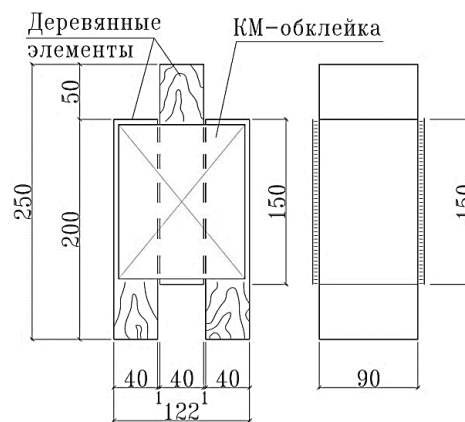


Рис. 1

Сравнительную оценку несущей способности соединения "КМ-обклейка" выполняли на основе обработки результатов испытаний трех серий образцов КМ-соединения при толщине композиционного материала $t_{\text{КМ}}=0,45$ мм (серия 1), $t_{\text{КМ}}=0,8$ мм (серия 2), $t_{\text{КМ}}=1,2$ мм (серия 3) на основе одного, двух и трех слоев стеклоткани в КМ-обклейке соответственно. В каждой серии было испытано по 12 образцов. Образцы

симметричные двухсрезные, конструкция и размеры представлены на рис. 1.

Оценку и определение несущей способности соединений "КМ-обклейка" по методике ЦНИИСК проводили в соответствии с ГОСТ 33082–2014 "Конструкции деревянные. Методы определения несущей способности узловых соединений". Для каждого образца определяли требуемый коэффициент надежности по разрушающей нагрузке N_t :

$$K_t = 1,64 \cdot (1,94 - 0,116 \lg t),$$

где $t = \frac{t'}{38,2}$ – время [с], приведенное к неизменному действию разрушающего усилия N_t на образец; t' – продолжительность испытания образца [с].

Из условия оценки несущей способности соединений по разрушающей нагрузке N_t :

$$\frac{N_t}{N_{nt}} \geq K_t = 1,64 \cdot (1,94 - 0,116 \lg t),$$

где N_{nt} – расчетная несущая способность КМ-соединения по нагрузке N_t , определяем расчетную несущую способность N_{nt} образца соединения "КМ-обклейка":

$$N_{nt} \leq \frac{N_t}{K_t} = \frac{N_t}{1,64 \cdot (1,94 - 0,116 \lg t)}.$$

Исходя из нагрузки N_{I-II} , соответствующей верхней границе области упругой работы КМ-соединения, расчетную несущую способность $N_{nt-I-II}$ КМ-соединения по нагрузке N_{I-II} определяем так же из условия:

$$N_{nt-I-II} \leq \frac{N_{I-II}}{K_{I-II}},$$

где $K_{I-II} = 1,3$ – требуемый коэффициент надежности по нагрузке N_{I-II} , соответствующей верхней границе области упругой работы соединения.

По методике ЦНИИСК расчетная несущая способность образца N_{nt} и $N_{nt-I-II}$ определяется с учетом длительной прочности древесины и содержит прочностную характеристику, соответствующую расчетному сопротивлению срезу соединения "КМ-обклейка" при коэффициенте длительной

прочности $m_{дл} = 0,66$. Кратковременное расчетное сопротивление срезу $R_{ср}$ соединения "КМ-обклейка" согласно методике ЦНИИСК, исходя из нагрузок N_t и N_{I-II} и соответствующее режиму нагружения линейно возрастающей нагрузкой, составит:

$$R_{ср,t} = \frac{\sum_1^n \sigma_{ср,t}}{n} (nm_{дл}),$$

$$R_{ср,I-II} = \frac{\sum_1^n \sigma_{ср,I-II}}{n} / (nm_{дл}),$$

где $n=12$ – количество образцов в серии; $\sigma_{ср,t} = \frac{N_t}{F_{расч}}$ – напряжения среза в образце соединения "КМ-обклейка" на уровне разрушающей нагрузки N_t ; $\sigma_{ср,I-II} = \frac{N_{I-II}}{F_{расч}}$ – то же, на уровне нагрузки N_{I-II} ; $F_{расч} = n_{ср} (L_{шва} t_{км})$ – расчетная площадь среза композиционного материала в образце; $n_{ср} = 4$ – количество срезов композиционного материала в образце; $L_{шва} = 150$ мм – длина одного среза образца; $t_{км} = 0,45$ мм, $0,8$ мм и $1,2$ мм – толщина композиционного материала в обклейке серий 1, 2 и 3 соответственно.

При коэффициенте длительной прочности $m_{дл} = 0,66$ кратковременное расчетное сопротивление срезу соединения "КМ-обклейка" по методике ЦНИИСК на основе разрушающей нагрузки N_t составило $R_{ср,t} = 48,66$ МПа, $35,63$ МПа и $30,44$ МПа, на основе нагрузки N_{I-II} - $R_{ср,I-II} = 72,84$ МПа, $47,35$ МПа и $40,06$ МПа для КМ-обклейки толщиной $t_{км} = 0,45$ мм, $0,8$ мм и $1,2$ мм.

Для метода предельных состояний (МПС) величину нормативного и расчетного сопротивления срезу соединения "КМ-обклейка" установим статистической обработкой результатов испытаний. Нормативное сопротивление срезу соединения "КМ-обклейка", определенное с обеспеченностью $0,95$:

$$R_{ср}^H = R_{ср}^{Bp} (1 - \eta_n v).$$

Кратковременное расчетное сопротивление срезу соединения "КМ-обклейка", определенное с обеспеченностью $0,99$:

$$R_{cp}^{MPC} = R_{cp}^{BP}(1 - \eta_p v),$$

или

$$R_{cp}^{MPC} = R_{cp}^n m_{дл} / \gamma_m,$$

где R_{cp}^{BP} – временное сопротивление срезу (среднее значение распределения) соединения "КМ-обклейка"; γ_m – коэффициент надежности по материалу; $\eta_n = 1,65$ – квантиль в предполагаемой статистической функции распределения с обеспеченностью 0,95; $\eta_p = 2,33$ – то же, с обеспеченностью 0,99; $m_{дл}$ – коэффициент длительной прочности, величина которого зависит от режима длительности нагружения и согласно СП 64.13330.2017 для линейно возрастающей нагрузки $m_{дл}=1$, для условий совместного действия постоянной и временной нагрузок $m_{дл}=0,66$; v – коэффициент вариации показателей прочности по данным ис-

пытаний образцов соединения "КМ-обклейка".

Кратковременное расчетное сопротивление срезу соединения "КМ-обклейка" по методу предельных состояний (МПС) с обеспеченностью 0,99 составило $R_{cp}^{MPC} = 72,21$ МПа, 49,57 МПа, 46,08 МПа для КМ-обклейки толщиной $t_{км} = 0,45$ мм, 0,8 мм и 1,2 мм.

Результаты вычислений представлены в табл. 1 (сопротивление срезу соединения "КМ-обклейка" по методике ЦНИИСК и по методу предельных состояний (МПС)) и на рис. 2 (прочностные характеристики соединения "КМ-обклейка": а – временное и кратковременное расчетное сопротивление срезу; б – отношение расчетных сопротивлений срезу по методике ЦНИИСК и по методу предельных состояний (МПС) $R_{ЦНИИСК} / R_{МПС}$).

Т а б л и ц а 1

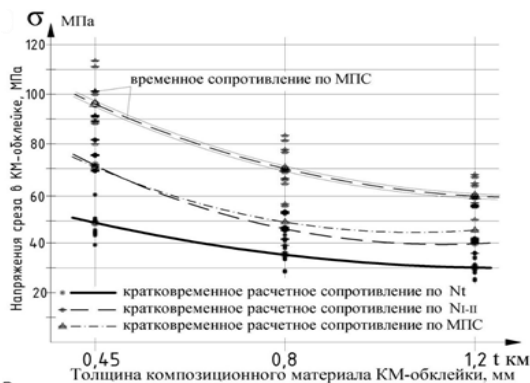
№ обр.	Nп1 = Nt / Kxp , кН			Nп2 = N1-II / KI-II , кН			$\sigma_{Nt} = N_{п1} / F_{cp}$, МПа			$\sigma_{N1-II} = N_{п2} / F_{cp}$, МПа			σ_{MPC} , МПа		
	при толщине КМ-обклейки $t_{км}$, мм														
	0,45	0,8	1,2	0,45	0,8	1,2	0,45	0,8	1,2	0,45	0,8	1,2	0,45	0,8	1,2
1	8,97	11,14	13,63	12,31	14,62	19,23	33,21	23,22	18,93	45,58	30,45	26,71	100,00	69,79	57,22
2	8,20	12,23	13,37	12,31	14,62	19,23	30,37	25,48	18,58	45,58	30,45	26,71	92,59	77,08	56,25
3	8,23	9,01	12,15	13,46	13,46	19,23	30,49	18,76	16,87	49,86	28,04	26,71	92,59	57,50	51,53
4	8,19	10,84	16,15	14,62	12,31	19,23	30,34	22,58	22,43	54,13	25,64	26,71	88,52	64,58	63,89
5	8,15	14,02	15,13	12,31	16,92	19,23	30,18	29,20	21,02	45,58	35,26	26,71	88,15	83,33	59,86
6	10,84	11,24	17,19	12,31	16,92	19,23	40,14	23,42	23,88	45,58	35,26	26,71	114,81	66,67	67,36
7	7,99	10,87	16,54	12,31	16,92	19,23	29,58	22,65	22,97	45,58	35,26	26,71	89,63	68,13	68,33
8	9,04	11,06	13,67	12,31	16,92	19,23	33,48	23,05	18,98	45,58	35,26	26,71	101,11	69,17	56,67
9	9,21	12,47	13,71	13,46	14,62	19,23	34,13	25,97	19,04	49,86	30,45	26,71	102,96	77,71	56,81
10	8,11	13,14	14,25	14,62	14,62	19,23	30,04	27,37	19,80	54,13	30,45	26,71	91,11	81,88	59,03
11	10,04	10,48	15,62	13,46	14,62	19,23	37,18	21,83	21,70	49,86	30,45	26,71	111,85	65,63	64,58
12	7,09	8,96	12,17	12,31	13,46	16,92	26,27	18,68	16,91	45,58	28,04	23,50	80,00	56,46	50,69
							32,12	23,52	20,09	48,08	31,25	26,44			
Временное сопротивление по МПС, МПа													96,11	69,83	59,35
Коэффициент вариации V													0,107	0,125	0,096
Коэффициент длительной прочности $m_{дл}$							0,66			0,66			1		
Нормативное сопротивление срезу R_{cp}^n							53,36	39,88	33,00	79,88	53,00	43,43	79,19	55,48	49,95
Кратковрем. расчетное сопротивление срезу R_{cp}^p							48,66	35,63	30,44	72,84	47,35	40,06	72,21	49,57	46,08
Коэффициент надежности по материалу γ_m							1,10	1,12	1,08	1,10	1,12	1,08	1,10	1,12	1,08

Принимаем за эталон метод предельных состояний и соответствующие величины нормативного и кратковременного расчетного сопротивлений. Из табл. 1 видим, что нормативные и расчетные сопротивления срезу соединения "КМ-обклейка", определенные на основе методики ЦНИИСК по

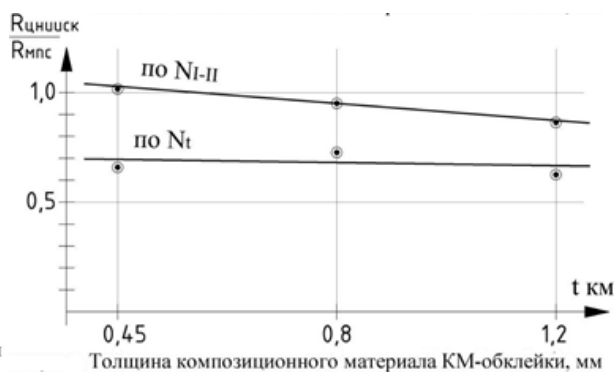
разрушающей нагрузке Nt , отличаются от эталонных значений, полученных нормированием с учетом статистической изменчивости показателей прочности по методу предельных состояний, в меньшую сторону на 28...34%. Те же прочностные характеристики, определенные по методике ЦНИИСК

по нагрузке N_{I-II} , хорошо согласуются с эталонными значениями нормирования, отлича-

чаясь для КМ-обклейки в 1 и 2 слоя на 1% и 4 % соответственно.



а)



б)

Рис. 2

Для КМ-обклейки в 3 слоя сопротивление срезу по методике ЦНИИСК составило на 13 % меньше эталонных значений. Это объясняется тем, что с увеличением толщины композиционного материала усложняется характер работы соединения "КМ-обклейка" и к механическому разрушению композиционного материала добавляется отрыв КМ-обклейки от боковой поверхности соединяемых деревянных элементов. Это явление, при неизменной прочности композиционного материала обклейки, увеличивает деформации соединения и соответственно отражается на величине усилия N_{I-II} , которое определяется по критерию деформативности.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных испытаний и выполненных расчетов сделаны следующие выводы.

1. Кратковременные расчетные сопротивления срезу соединения "КМ-обклейка" для толщины композиционного материала 0,45...1,2 мм, определенные на основе методики ЦНИИСК по разрушающей нагрузке N_t , составили 30...48 МПа и отличаются в меньшую сторону на 28...34% от эталонных значений 46...72 МПа, полученных нормированием по методу предельных состояний.

2. Кратковременные расчетные сопротивления срезу соединения "КМ-обклейка", определенные на основе методики ЦНИИСК по нагрузке N_{I-II} , составили 40...72 МПа и отличаются от эталонных значений, полученных нормированием по методу предельных состояний, на 1...4% при толщине КМ-обклейки $t_{км}=0,45$ мм и 0,8 мм.

3. Методика ЦНИИСК позволяет определять прочностные характеристики соединения "КМ-обклейка", значения которых не превышают величину нормативного и расчетного сопротивлений, полученных по методу предельных состояний. Расчеты соединений "КМ-обклейка" на основе показателей прочности, полученных по методике ЦНИИСК, позволяют обеспечить безопасную эксплуатацию соединений "КМ-обклейка" и деревянных конструкций, разработанных и усиленных с применением указанных соединений.

4. Для определения прочностных характеристик соединения "КМ-обклейка" по методике ЦНИИСК рекомендуется проводить оценку несущей способности по нагрузке N_{I-II} , соответствующей верхней границе области упругой работы соединений. Для определения прочностных характеристик соединения "КМ-обклейка" по методике ЦНИИСК на основе разрушающей нагрузки N_t требуется уточнение коэффициентов длительной прочности соединения "КМ-обклейка" при различной толщине композиционного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рощина С.И., Сергеев М.С., Грибанов А.С., Кардаш Е.В., Марков С.В., Кустикова Ю.О. Исследование модели цельнодеревянных балок, симметрично усиленных стеклотканью на модифицированном эпоксидном олигомере // Естественные и технические науки. – 2014, № 9-10 (77). С. 378...380.
2. Волик А.Р., Дунникова О.В. Работа деревянных элементов с усилением поперечного сечения композитными тканями // Перспективы развития строительного комплекса. – 2014. С. 329...334.
3. Лобов Д.М., Крицин А.В., Тихонов А.В. Особенности армирования деревянных элементов, усиленных углеродным волокном, при статическом изгибе // Изв. Казанского гос. архитектурно-строительного ун-та. – 2013, № 2 (24). С. 132...138.
4. Ponomarev A.N., Rassokhin A.S. Hybrid wood-polymer composites in civil engineering // Инженерно-строительный журнал. – 2016, № 8 (68). С. 45...57.
5. Глухих В.Н., Петров В.М., Худаев Е.В. Усиление элементов конструкций наклейкой композиционных материалов в сжатой и растянутой зоне // Вестник гос. ун-та морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2017. Т. 9, № 6. С. 1273...1281.
6. Стоянов В.О., Погорельцев А.А. Исследование балки, армированной полимерными композитами на участках с максимальными нормальными и касательными напряжениями // Строительная механика и расчет сооружений. – 2018, № 3 (278). С. 70...74.
7. Линьков Н.В. Определение толщины композиционного материала в соединении деревянных элементов "КМ-обклейка" // Вестник МГСУ. – 2012, № 8. С. 125...130.
8. Линьков Н.В. Соединение "КМ-обклейка" для составных деревянных балок // Научное обозрение. – 2016, № 17. С. 10...15.
9. Линьков Н.В. Применение стеклоткани полотняного переплетения в композиционном материале для усиления деревянных конструкций // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 3. С. 75...80.
10. Линьков Н.В. К вопросу о применении композиционных материалов на тканевой основе в деревянных конструкциях составного сечения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 3. С. 103...108.

REFERENCES

1. Roshchina S.I., Sergeev M.S., Griбанov A.S., Kardash E.V., Markov S.V., Kustikova Yu.O. Issledo-

vanie modeli tsel'noderevyannykh balok, simmetrichno usilennykh steklotkan'yu na modifitsirovannom epoksidnom oligomere // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2014, № 9-10 (77). S. 378...380.

2. Volik A.R., Dunningova O.V. Rabota derevyannykh elementov s usileniem poperechnogo secheniya kompozitnymi tkanyami // Perspektivy razvitiya stroitel'nogo kompleksa. – 2014. S. 329...334.

3. Lobov D.M., Kritsin A.V., Tikhonov A.V. Osobennosti armirovaniya derevyannykh elementov, usilennykh uglerodnym voloknom, pri staticheskom izgibe // Izv. Kazanskogo gos. arkhitekturno-stroitel'nogo un-ta. – 2013, № 2 (24). S. 132...138.

4. Ponomarev A.N., Rassokhin A.S. Hybrid wood-polymer composites in civil engineering // Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal. – 2016, № 8 (68). S. 45...57.

5. Glukhikh V.N., Petrov V.M., Khudaev E.V. Usilenie elementov konstruksiy nakleykoy kompozitsionnykh materialov v szhatoy i rastyanutoy zone // Vestnik gos. un-ta morskogo i rechnogo flota im. admiral S.O. Makarova. – 2017. T. 9, № 6. S. 1273...1281.

6. Stoyanov V.O., Pogorel'tsev A.A. Issledovanie balki, armirovannoy polimernymi kompozitami na uchastkakh s maksimal'nymi normal'nymi i kasatel'nymi napryazheniyami // Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzheniy. – 2018, № 3 (278). S. 70...74.

7. Lin'kov N.V. Opredelenie tolschchiny kompozitsionnogo materiala v soedinenii derevyannykh elementov "KM-obkleyka" // Vestnik MGSU. – 2012, № 8. S. 125...130.

8. Lin'kov N.V. Soedinenie "KM-obkleyka" dlya sostavnykh derevyannykh balok // Nauchnoe obozrenie. – 2016, № 17. S. 10...15.

9. Lin'kov N.V. Primenenie steklotkani polotnyanogo perepleteniya v kompozitsionnom materiale dlya usileniya derevyannykh konstruksiy // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 3. S. 75...80.

10. Lin'kov N.V. K voprosu o primenenii kompozitsionnykh materialov na tkanevoy osnove v derevyannykh konstruksiyakh sostavnogo secheniya // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2017, № 3. S. 103...108.

Рекомендована кафедрой металлических и деревянных конструкций. Поступила 22.06.20.

**К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ТРЕЩИН В МОДЕЛИ
ТОЛСТОСТЕННОГО БЕТОННОГО ЦИЛИНДРА
ПРИ КОРРОЗИИ С УЧЕТОМ ПОРИСТОЙ ЗОНЫ
НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА АРМАТУРЫ И БЕТОНА**

**CRACKS IN THE MODEL
OF A THICK-WALLED CONCRETE CYLINDER
DURING CORROSION TAKING INTO ACCOUNT THE POROUS ZONE
AT THE SECTION BOUNDARY BETWEEN REINFORCEMENT AND CONCRETE**

А.Г. ТАМРАЗЯН, М.С. МИНЕЕВ

A.G. TAMRAZYAN, M.S. MINEEV

**(Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет (НИУ МГСУ))**

(Moscow State University of Civil Engineering (MGSU) National Research University)

E-mail: tamrazian@mail.ru, geotechnics-eng@yandex.ru

В работе рассматривается задача моделирования радиального давления от продуктов возникающей коррозии на окружающий арматуру слой бетона с учетом существующей пористой зоны. Для прогнозирования внутреннего радиального давления, вызванного коррозией, требуется определение толщины слоя коррозионных продуктов, диаметра арматуры, потерянной для образования ржавчины вокруг стального арматурного стержня и толщины пористой зоны.

Поэтому для оценки влияния коррозии требуются обнаружение коррозии, которое включает возникновение, режимы, стадии и мониторинг, а также оценка коррозионных повреждений, изменения свойств материалов.

Внутреннее радиальное давление, вызванное коррозией арматуры, выражено через функцию потери массы. Предполагается, что бетон растрескивается, когда растягивающие напряжения в круговом направлении на каждой части бетонного кольца достигают предела прочности бетона на растяжение. Определено радиальное давление, необходимое для образования трещин в защитном слое бетона.

The paper considers the problem of modeling the radial pressure from the products of emerging corrosion onto the concrete layer surrounding the reinforcement, taking into account the existing porous zone. To predict the internal radial pressure caused by corrosion, it is necessary to determine the thickness of the layer of corrosive products, the diameter of the reinforcement lost to form rust around the steel reinforcing bar, and the thickness of the porous zone.

Therefore, to assess the effect of corrosion, detection of corrosion is required, which includes the occurrence, modes, stages and monitoring, as well as the assessment of corrosion damage, changes in the properties of materials.

The internal radial pressure caused by corrosion of the reinforcement is expressed in terms of the mass loss function. Concrete is assumed to crack when tensile stresses in the circular direction on each part of the concrete ring reach the tensile strength of concrete. The radial pressure necessary for the formation of cracks in the protective layer of concrete is determined.

Ключевые слова: коррозия арматуры, радиальное давление, трещины, толстостенный бетонный цилиндр, пористая зона.

Keywords: reinforcement corrosion, radial pressure, cracks, thick-walled concrete cylinder, porous zone.

В течение жизненного цикла железобетонной конструкции могут быть выявлены многочисленные процессы повреждения, которые значительно влияют на долговечность и, следовательно, на срок службы конструкции.

Железобетонные конструкции имеют высокие показатели надежности и долговечности, но, тем не менее, существуют деградиационные процессы, которые могут привести к их разрушению [1], [5], [11], [12], [15].

В действующих строительных нормах [8] и других работах [10] установлены требования к расчетам по прочности, деформативности и трещиностойкости железобетонных конструкций без дефектов. Однако такие повреждения, как снижение прочности материалов, местные повреждения и разрушения бетона, коррозия арматуры, нарушение сцепления арматуры с бетоном, чрезмерное раскрытие трещин, должны быть определены на основании натурных обследований и испытаний [2], [9].

Коррозия арматурной стали – одно из самых распространенных повреждений железобетонных конструкций различных перекрытий в эксплуатационный период.

Когда сталь корродирует в бетоне, поверхностный слой стали уничтожается, и по ее периметру образуется слой ржавчины. Слой ржавчины, образующийся в результате реакций, занимает больший объем, чем слой разрушенной стали. Увеличение объема создает высокие давления, которые воздействуют на окружающий бетон и приводят к растрескиванию и отколу. Это, в свою очередь, создаст больше контактных площадок для доступа кислорода, влаги и других агрессивных химических веществ, которые дополнительно способствуют коррозии. Таким образом, коррозия может привести к повреждению стали, повреждению бетона и разъединению стали и бетона.

Следовательно, для оценки влияния коррозии требуются:

– обнаружение коррозии стали в бетоне, которое включает возникновение, режимы, стадии и мониторинг;

– оценка коррозионных повреждений, основных типов повреждений, таких как потери стали и бетона, их разъединение и изменения их свойств. Наконец, определяется соответствующее состояние от повреждения, если можно оценить или спрогнозировать скорости коррозии и потери коррозии на основе доступной информации.

Был проведен ряд экспериментальных исследований для определения критического количества коррозии, необходимой для растрескивания защитного слоя бетона, для определения параметров, оказывающих существенное влияние на это количество, и для получения простых эмпирических моделей для его оценки [14]. Критическое количество коррозии с точки зрения глубины проникновения было выражено как функция только геометрических параметров.

Был проведен также ряд численных исследований коррозионного растрескивания бетона с использованием конечных элементов (МКЭ), например, [6], [13], [17]. В большинстве этих исследований использовались различные двумерные модели (плоская деформация) вместе с подходом модели размытой трещины для описания нелинейного поведения и растрескивания бетона. Однако эти модели требуют для вычисления большего расхода времени. Кроме того, в большинстве из них не учитывались такие факторы, как диффузия продуктов коррозии в бетоне и изменение скорости коррозии. В [16], пользуясь этим несоответствием численных и экспериментальных результатов, исследовали толщину пористой зоны вокруг арматурных стержней, а также количество продуктов коррозии, проникающих в трещины. Во многих чис-

ленных исследованиях расширяющее поведение продуктов коррозии моделировалось путем применения или равномерного внутреннего давления, или радиальных смещений [3]. Эти подходы не представляют правильное напряженно-деформированное состояние в бетоне вокруг корродирующего стержня.

Учитывая, что бетон вокруг стержня представляет собой толстостенный бетонный цилиндр из однородного материала, радиальное давление $P_{кор}$ для создания смещения бетона δ_c необходимо приспособить увеличенный объем, так как сталь превращается в ржавчину [7]:

$$\delta_c = \frac{a}{E_1} \left[\frac{a^2 + b^2}{b^2 - a^2} + \nu \right] P_{кор}, \quad (1)$$

где δ_c – внутреннее радиальное смещение; $P_{кор}$ – соответствующее внутреннее радиальное давление; E_1 – эффективный модуль упругости бетона; a – внутренний радиус цилиндра; b – внешний радиус цилиндра; ν – коэффициент Пуассона бетона.

Модуль упругости при длительной нагрузке определяется формулой:

$$E_1 = \frac{E_b}{1 + \varphi_{cr}}, \quad (2)$$

где E_b – начальный модуль упругости бетона; φ_{cr} – коэффициент ползучести бетона.

Предполагая, что на границе раздела "сталь-бетон" имеется пористая зона, продукты коррозии должны сначала заполнить эту зону, прежде чем их расширение начнет создавать давление на окружающий бетон.

Для этого введем следующее обозначение:

$$D'_0 = D_0 + 2\delta_0,$$

где D_0 – диаметр арматурного стержня; δ_0 – толщина пористой зоны; $a = D_0/2$ и $b = X_{zc} + D_0/2$, где X_{zc} – толщина защитного слоя бетона.

С учетом этого уравнение (1) можно представить следующим образом:

$$\delta_c = \frac{D'_0}{2E_1} [\Psi + 1 + \nu] P_{кор}, \quad (3)$$

где

$$\Psi = \frac{D_0'^2}{2X_{zc}(X_{zc} + D_0')}.$$

Прогнозирование внутреннего радиального давления, вызванного коррозией, требует определения толщины слоя коррозионных продуктов δ_r , диаметра арматуры, потерянной для образования ржавчины вокруг стального арматурного стержня δ_l и толщины пористой зоны δ_0 (рис. 1 – изменение диаметра арматуры, вызванное коррозией а) – арматура, окруженная поровой зоной (до коррозии); б) – арматура, окруженная слоем ржавчины (после коррозии)).

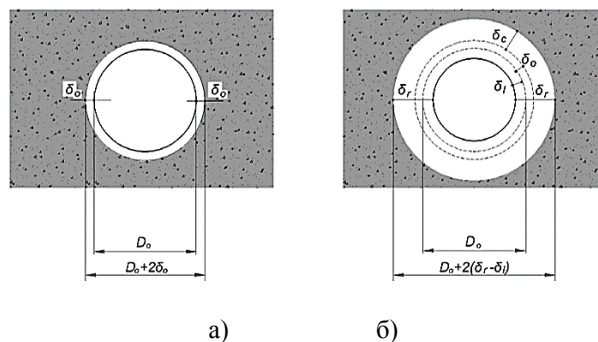


Рис. 1

Пусть $M_{рж}$ обозначает массу ржавчины на единицу длины одного стержня, а $M_{пот}$ – массу стали на единицу длины, потребляемую для получения $M_{рж}$. Как показано на рисунке, образование слоя ржавчины приводит к увеличению диаметра стержня с D_0 до $D_0 + 2(\delta_r - \delta_l)$. Приравнявая увеличение объема на единицу длины, рассчитанное из разницы между объемом произведенной ржавчины и объемом стали, используемой на единицу длины, к изменению площади, выраженному через изменение диаметра, получаем:

$$\frac{M_{рж}}{\rho_{рж}} - \frac{M_{пот}}{\rho_{ст}} = \frac{\pi}{4} \left[(D_0 + 2(\delta_r - \delta_l))^2 - D_0^2 \right], \quad (4)$$

где $\rho_{рж}$ – массовая плотность ржавчины; $\rho_{ст}$ – массовая плотность стали; D_0 – исходный диаметр стального арматурного стержня.

Толщина ржавчины δ_r может быть выражена:

$$\delta_r = \delta_1 + \delta_0 + \delta_c. \quad (5)$$

Учитывая уравнение (5), уравнение (4) можно переписать следующим образом:

$$\frac{M_{рж}}{\rho_{рж}} - \frac{M_{пот}}{\rho_{ст}} = \frac{\pi}{4} \left[4D_0(\delta_0 + \delta_c) + 4(\delta_0 + \delta_c)^2 \right]. \quad (6)$$

Членом $4(\delta_0 + \delta_c)^2$ можно пренебречь в вычислениях, так как $(\delta_0 + \delta_c)^2 \ll D_0$, и,

$$P_{кор} = \frac{2M_{пот}E_1 \left(\frac{1}{\gamma_m \rho_{рж}} - \frac{1}{\rho_{ст}} \right)}{\pi D_0 (1 + \Psi + \nu)(D_0 + 2\delta_0)} - \frac{2\delta_0 E_1}{(1 + \Psi + \nu)(D_0 + 2\delta_0)}. \quad (9)$$

Отрицательные значения $P_{кор}$ в уравнении (9) обозначают период, в течение которого ржавчина заполняет пустоты вокруг стержня и устанавливается равной нулю. Определить соотношение между процентом потери массы стали m_1 и внутренним давлением, вызванным коррозией, необходимо выразить через отношение массовой

следовательно, уравнение (6) примет вид:

$$\frac{M_{рж}}{\rho_{рж}} - \frac{M_{пот}}{\rho_{ст}} = \pi D_0 (\delta_0 + \delta_c). \quad (7)$$

Выражая соотношения между $M_{рж}$ и $M_{пот}$

$$M_{пот} = \gamma_m M_{рж}, \quad (8)$$

где γ_m – отношение молекулярной массы стали к молекулярной массе ржавчины и объединение уравнений (2), (3), (7) и (8), радиальное давление $P_{кор}$, вызванный коррозией, определяется:

плотности ржавчины $\rho_{рж}$ к массовой плотности исходной стали $\rho_{ст}$:

$$\rho_{рж} = \gamma_r \rho_{ст}. \quad (10)$$

Подставляя уравнение (10) в (9), внутреннее радиальное давление, вызванное коррозией, можно выразить следующим образом:

$$P_{кор} = \frac{2 \frac{M_{пот}}{\rho_{ст}} E_1 \left(\frac{1 - \gamma_m \gamma_r}{\gamma_m \gamma_r} \right)}{\pi D_0 (1 + \Psi + \nu)(D_0 + 2\delta_0)} - \frac{2\delta_0 E_1}{(1 + \Psi + \nu)(D_0 + 2\delta_0)}. \quad (11)$$

Относительное отношение объема расширяющихся продуктов коррозии к объему железа V_{vol} равно:

$$V_{vol} = \frac{1}{V_m V_{рж}}. \quad (12)$$

С помощью (12) уравнение (11) упрощается:

$$P_{кор} = \frac{2 \frac{M_{пот}}{\rho_{ст}} E_1 (V_{vol} - 1)}{\pi D_0 (1 + \Psi + \nu)(D_0 + 2\delta_0)} - \frac{2\delta_0 E_1}{(1 + \Psi + \nu)(D_0 + 2\delta_0)}. \quad (13)$$

Процент потери массы стали m_1 задается:

$$m_1 = 100 M_{\text{пот}} / M_{\text{ст}}, \quad (14)$$

где $M_{\text{пот}}$ – масса стали на единицу длины, потребляемая для образования ржавчины, и $M_{\text{ст}}$ – это исходная масса арматурной стали на единицу длины до коррозионного повреждения.

Чтобы выразить внутреннее радиальное давление, вызванное коррозией, как функцию потери массы в процентах, используется следующая зависимость:

$$P_{\text{кор}} = \frac{m_1 E_1 D_o (\gamma_{\text{vol}} - 1)}{200(1 + \Psi + \nu)(D_o + 2\delta_o)} - \frac{2\delta_o E_1}{(1 + \Psi + \nu)(D_o + 2\delta_o)}. \quad (16)$$

Как сказано выше, бетон вокруг стальной арматуры моделируется в виде толсто-стенного цилиндра с толщиной стенки, равной самой тонкой бетонной оболочке. Предполагается, что бетонное кольцо растрескивается, когда растягивающие напряжения в круговом направлении на каждой части кольца достигают предела прочности бетона на растяжение. Радиальное давление, необходимое для образования трещин в защитном слое бетона $P_{\text{срс}}$, задается:

$$P_{\text{срс}} [D_o + 2(\delta_o + \delta_c)] = 2[X_{\text{зс}} - (\delta_o + \delta_c)] R_{\text{bt}}, \quad (17)$$

где R_{bt} – прочность бетона на растяжение.

$$P_{\text{кор}} = \frac{m_1 E_1 D_o (V_{\text{vol}} - 1)}{200(1 + \Psi + \nu)(D_o + 2\delta_o)} - \frac{2\delta_o E_1}{(1 + \Psi + \nu)(D_o + 2\delta_o)} = \frac{2X_{\text{зс}} R_{\text{bt}}}{D_o}. \quad (20)$$

Масса стали $M_{\text{пот}}$, расходуемая с течением времени, связана с количеством тока $I_{\text{кор}}$ (А), который протекает через ячейку электрохимической коррозии, состоящую из анодных и катодных зон и порового раствора, через который проходят ионы. Процесс описывается законом Фарадея, как:

$$\frac{dM_{\text{пот}}}{dt} = \frac{I_{\text{кор}} A_{\text{Fe}}}{zF}, \quad (21)$$

где A_{Fe} – атомный вес железа, равный

$$\frac{M_{\text{пот}}}{\rho_{\text{ст}}} = \frac{M_{\text{пот}} M_{\text{ст}}}{M_{\text{ст}} \rho_{\text{ст}}} = \frac{m_1 A_{\text{s,нач}}}{100} = \frac{m_1 \pi D_o^2}{400}, \quad (15)$$

где $A_{\text{s,нач}}$ является исходной площадью поперечного сечения стальной арматуры. Объединяя уравнения (15) и (13), соотношение между процентной потерей массы стали и внутреннее радиальное давление, вызванное коррозией, в конечном итоге определяется, как:

Если предположить, что:

$$\begin{aligned} [D_o + 2(\delta_o + \delta_c)] &= D_o, \quad 2(\delta_o + \delta_c) \leq D_o, \\ [X_{\text{зс}} - (\delta_o + \delta_c)] &= X_{\text{зс}}, \quad (\delta_o + \delta_c) \leq X_{\text{зс}}, \end{aligned} \quad (18)$$

радиальное давление, которое вызывает растрескивание $P_{\text{срс}}$, задается:

$$P_{\text{срс}} = \frac{2X_{\text{зс}} R_{\text{bt}}}{D_o}. \quad (19)$$

Основное уравнение при растрескивании может быть далее определено уравнением $P_{\text{кор}}$ из (16), а $P_{\text{срс}}$ из уравнения (19):

55,85г/моль; F – постоянная Фарадея равна 96500 С/моль; Z – количество электронов, обменявшихся в реакции.

Поскольку точный химический состав продуктов коррозии и, следовательно Z , невозможно измерить количественно, используется эмпирическое значение $z=2,5$ (так как $z=2$ для $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и $z=3$ для $\text{Fe}(\text{OH})_3$), откуда следует, что:

$$\frac{dM_{\text{пот}}}{dt} = (2,315 \cdot 10^{-4}) I_{\text{кор}}. \quad (22)$$

Отношения между $I_{кор}$ (А) и $I_{кор}$ (А/м²) может быть установлено, как:

$$I_{кор} = \begin{cases} \pi D_o i_{кор} L & (t=t_{нач}), \\ \pi D_r i_{кор} L & (t>t_{нач}), \end{cases} \quad (23)$$

$$\Delta M_{пот,j} = \begin{cases} (2,315 \cdot 10^{-4}) \pi D_o i_{кор} (31,536 \cdot 10^3) \Delta t & (t_1=t_{нач}+1), \\ (2,315 \cdot 10^{-4}) \pi D_{r,j-1} i_{кор} (31,536 \cdot 10^3) \Delta t & (t_j>t_{нач}+1), \end{cases} \quad (24)$$

где t и Δt в годах. Объем железа, подвергнутого коррозии на единицу длины сталь-

$$V_{пот,j} = \frac{\Delta M_{пот,j}}{\rho_s} = \begin{cases} (2,949 \cdot 10^{-11}) \pi D_o i_{кор} (31,536 \cdot 10^3) \Delta t & (t_1=t_{нач}+1), \\ (2,949 \cdot 10^{-11}) \pi D_{r,j-1} i_{кор} (31,536 \cdot 10^3) \Delta t & (t_j>t_{нач}+1). \end{cases} \quad (25)$$

Уменьшенный диаметр стального стержня после коррозии D :

$$D_{r,j} = \sqrt{(D_{r,j-1}^2 - 4 \frac{\Delta V_{пот,j}}{\pi})} \quad (\text{м}). \quad (26)$$

Уравнения (24)...(26) решаются рекурсивно, так как их описывают индексы $j=1...N$. Для $j=1$ в момент времени t_1 используется верхнее выражение в уравнениях (24) и (25). $i_{кор}$ на каждом шаге рассчитывается как среднее значение текущего и предыдущего шага. В уравнении (26) для $j=1$, $D_{r,0}=D_0$. Общую массу стали, потерянную для образования ржавчины на единицу длины во времени t_n , можно выразить:

$$M_{пот,n} = \sum_{j=1}^n \Delta M_{пот,j} \quad (\text{г/м}). \quad (27)$$

Таким образом, на каждом временном шаге, комбинируя уравнениями (14) и (27), можно найти процент потери массы стали m_1 . Как только $P_{кор}$ будет равно $P_{ср}$, в уравнении (20) можно определить трещины в защитном слое бетона и время до коррозионного растрескивания.

где $D_r=D_o-\delta_1$ – уменьшенный диаметр стального стержня после коррозии, $t_{нач}$ – время начала коррозии и L – длина вытравленного стержня. Масса корродированного железа на единицу длины (г/м) получается, как:

ного стержня (см³/м), можно определить:

ВЫВОДЫ

Разработана аналитическая модель возникновения трещин в толстостенном бетонном цилиндре с учетом пористой зоны на границе раздела "сталь-бетон", и поэтому продукты коррозии должны сначала заполнить эту зону, прежде чем их расширение начнет создавать давление на окружающий бетон.

Определено соотношение между процентной потерей массы стали и внутренним радиальным давлением, вызванным коррозией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Остаточный ресурс силового сопротивления поврежденного железобетона // Вестник РААСН. – 2005, № 9. С.119...126.
2. Дрокин С.В. Влияние дефектов на прочность и деформативность элементов перекрытий каркасных конструктивных систем: Дис. ... канд. техн. наук. – Белгород, 2012.
3. Du Y., Clark L. A., & Chan A.H. Impact of reinforcement corrosion on ductile behavior of reinforced concrete beams // ACI Structural Journal. – 104(3), 2007. P. 285...293.
4. Залесов А.С. Расчет железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям. – М.: Стройиздат, 1998.

5. Колчунов В.И., Меркулов С.И., Дворников В.М. Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений // Изв. Курского гос. технич. ун-та. – 2004, № 1. С. 117...122.

6. Меланич В.М. Применение метода дискретных конечных элементов к расчету сложных шарнирно-стержневых систем типа структурных плит: Дис... канд. техн. наук. – Волгоград, 1986.

7. Тимошенко С.П. и Войновский –Кригер С. Пластинки и оболочки. – М.: Изд-во Наука, 1966.

8. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М.: 2012.

9. СП 28.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. – М.: Стандартинформ, 2017.

10. Тамразян А.Г. К оценке риска чрезвычайных ситуаций по основным признакам его проявления на сооружение // Бетон и железобетон. – 2001, № 5. С.8...10.

11. Тамразян А.Г. Рекомендации к разработке требований к живучести зданий и сооружений // Вестник МГСУ. – 2011, № 2-1. С. 77...83.

12. Tamrazyan A. Reduce the impact of dynamic strength of concrete under fire conditions on bearing capacity of reinforced concrete columns // Applied Mechanics and Materials. – V. 475-476, 2014. P.1563...1566.

13. Tamrazyan A., Popov D. Reduce of bearing strength of the bent reinforced concrete elements on a sloping section with the corrosive damage of transversal armature // MATEC Web of Conferences. – 2017. P.162.

14. Tamrazyan A.G. Calculation of reinforced concrete plates with hole at long-term loading // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. – 2018. P. 052021.

15. Чупичев О.Б. Развитие предложений по оценке остаточного силового сопротивления железобетонных конструкций от воздействия несиловых факторов в процессе эксплуатации // Вестник РААСН. – 2005, № 9. С. 465...469.

16. Val D.V., Stewart M.G. Life-cycle cost analysis of reinforced concrete structures in marine environments // Structural Safety. – Vol.25, №4, 2003. P.343...362.

17. Vecchio F.J. Distributed Stress Field Model for Reinforced Concrete Formulation // ASCE Journal of Structural Engineering. – 126(9), 2000. P. 1071...1077.

REFERENCES

1. Bondarenko V.M., Rimshin V.I. Ostatochnyy resurs silovogo soprotivleniya povrezhdennogo zhelezobetona // Vestnik RAASN. – 2005, № 9. S.119...126.

2. Drokin S.V. Vliyaniye defektov na prochnost' i deformativnost' elementov perekrytiy karkasnykh konstruktivnykh sistem: Dis. ... kand. tekhn. nauk. – Belgorod, 2012.

3. Du Y., Clark L. A., & Chan A.H. Impact of reinforcement corrosion on ductile behavior of reinforced concrete beams // ACI Structural Journal. – 104(3), 2007. P. 285...293.

4. Zalesov A.S. Raschet zhelezobetonnykh konstruktсий po prochnosti, treshchinostoykosti i deformatsiyam. – М.: Stroyizdat, 1998.

5. Kolchunov V.I., Merkulov S.I., Dvornikov V.M. Usilenie zhelezobetonnykh konstruktсий ekspluatiruemyykh zdaniy i sooruzheniy // Izv. Kurskogo gos. tekhnich. un-ta. – 2004, № 1. S. 117...122.

6. Melanich V.M. Primeneniye metoda diskretnykh konechnykh elementov k raschetu slozhnykh sharnirno-stержnevyykh sistem tipa strukturnykh плит: Dis... kand. tekhn. nauk. – Volgograd, 1986.

7. Timoshenko S.P. i Voynovskiy–Kriger S. Plastinki i obolochki. – М.: Izd-vo Nauka, 1966.

8. SP 63.13330.2012 Betonnyye i zhelezobetonnyye konstruktсии. Osnovnyye polozheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 52-01-2003. М.: 2012.

9. SP 28.13330.2017. Zashchita stroitel'nykh konstruktсий ot korrozii. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.03.11-85. – М.: Standartinform, 2017.

10. Tamrazyan A.G. K otsenke riska chrezvychaynykh situatsiy po osnovnym priznakam ego proyavleniya na sooruzhenie // Beton i zhelezobeton. – 2001, № 5. S.8...10.

11. Tamrazyan A.G. Rekomendatsii k razrabotke trebovaniy k zhivuchesti zdaniy i sooruzheniy // Vestnik MGSU. – 2011, № 2-1. S. 77...83.

12. Tamrazyan A. Reduce the impact of dynamic strength of concrete under fire conditions on bearing capacity of reinforced concrete columns // Applied Mechanics and Materials. – V. 475-476, 2014. P.1563...1566.

13. Tamrazyan A., Popov D. Reduce of bearing strength of the bent reinforced concrete elements on a sloping section with the corrosive damage of transversal armature // MATEC Web of Conferences. – 2017. P.162.

14. Tamrazyan A.G. Calculation of reinforced concrete plates with hole at long-term loading // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. – 2018. P. 052021.

15. Chupichev O.B. Razvitie predlozheniy po otsenke ostatochnogo silovogo soprotivleniya zhelezobetonnykh konstruktсий ot vozdeystviya nesilovykh faktorov v protsesse ekspluatatsii // Vestnik RAASN. – 2005, № 9. S. 465...469.

16. Val D.V., Stewart M.G. Life-cycle cost analysis of reinforced concrete structures in marine environments // Structural Safety. – Vol.25, №4, 2003. P.343...362.

17. Vecchio F.J. Distributed Stress Field Model for Reinforced Concrete Formulation // ASCE Journal of Structural Engineering. – 126(9), 2000. P. 1071...1077.

Рекомендована кафедрой металлических и деревянных конструкций. Поступила 22.06.20.

УДК 745/749

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_166

**АГИТТЕКСТИЛЬ СТУДЕНТОВ:
ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРАКТИК 1920-1930-х годов**

**AGITTEXTILES OF STUDENTS:
EXPERIENCE OF PRODUCTION PRACTICES OF THE 1920-1930s**

Н.П. БЕСЧАСТНОВ, А.С. ДЕМБИЦКАЯ, И.В. РЫБАУЛИНА

N.P. BESCHASTNOV, A.S. DEMBITSKAYA, I.V. RYBAULINA

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

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

E-mail: npb.art@mail.ru

В статье рассматривается уникальный проектный опыт создания вошедших в мировое художественное наследие агитационных текстильных рисунков. Сделанные студентами ВХУТЕМАСа/ВХУТЕИНа и Московского текстильного института на учебно-производственных практиках на довоенных текстильных предприятиях СССР они обладают не только характерной узнаваемой стилистикой, но и имеют высокохудожественное исполнение. В статье анализируются как сами рисунки, так и временной контекст состояния страны в первое десятилетие советской власти. Определяются слагаемые успеха работы в художественном текстиле 1920-1930-х годов, которые важны и для современной творческой практики.

The article deals with the unique design experience of creating canvassing textile drawings that have entered the world artistic heritage. Made by students of VHUTEMAS/VHUTEIN and the Moscow textile Institute on training and production practices at the pre-war textile enterprises of the USSR, they have not only a characteristic recognizable stylistics, but also have a highly artistic performance. The text analyzes both the drawings themselves and the temporal context of the state of the country in the first decade of Soviet power. The terms of success of work in artistic textiles of the 1920s-1930s, which are important for modern creative practice, are determined.

Ключевые слова: текстиль, студенты, обучение, коллекции, выставки, успех, орнамент, динамика, мотив, коммунизм.

Keywords: textile, students, education, collections, exhibitions, success, ornament, dynamics, motive, communism.

В 2020 году исполняется 100 лет с момента организации подготовки в России художников и художников-технологов с высшим образованием. Связь искусства и высшего образования впервые в нашей стране была осуществлена в высшем художественно-техническом учебном заведении ВХУТЕМАСе/ВХУТЕИНе. Художников-технологов для текстильной промышленности стали обучать на текстильном факультете данного вуза. В 1930 г. текстильный факультет без прерывания учебного процесса был переведен в Московский текстильный институт. Институт искусств РГУ им. А.Н. Косыгина является преемником текстильного факультета легендарного ВХУТЕМАСа/ВХУТЕИНа. Все это время можно считать временем поступательного эволюционного развития текстильного художественного образования.

На этом протяженном историческом отрезке менялась методика обучения, педагогический состав, но образовательный уровень и результаты работы коллектива были стабильно высокими. Кроме того, в истории факультета (института) можно выделить периоды, когда коллективом студентов и педагогов были созданы художественные произведения высочайшего уровня, ставшие ярким вкладом в историю мирового дизайна. Один из таких периодов – вторая половина 1920-х начало 1930-х годов – время возникновения и развития такого художественного явления, как "Агиттекстиль" или "Агитткань" [1...5] и др. Лучшие образцы агитткани были созданы на учебно-производственных практиках студентов под руководством педагогов и аспирантов текстильного факультета ВХУТЕМАСа/ВХУТЕИНа и в дальнейшем художественного факультета МТИ. Что же позволило в эти чрезвычайно сложные для страны годы, создать образцовые композиции, сочетающие в себе сложный, очень характерный стилиевой образ, безупречное композиционное построение и высокотехнологичное исполнение? Анализ текстильных рисунков, внимательное изучение временного контекста в архивах и печатных изданиях, опросы выпускников того времени позволили выявить несколько важных

для сегодняшнего дня составляющих успеха.

В первую очередь, это убеждение коллектива в правильности идейной направленности работы, которое в 1920-30-е годы основывалось на страстном желании перевода жизни страны на "рельсы строителей коммунизма". Идея перестройки мира была, как мы теперь знаем, в своей основе утопической, но, искренне воспринятая студенческой молодежью, грела их сердца, вселяла надежду на светлое будущее. Студенты рисовали изображения с пионерами, электростанциями, заводами, пароходами, спортивными соревнованиями, демонстрациями, пожарными, футболистами, детскими садами, сценами труда, "лампочками Ильича", лозунгами и памятными сообщениями о годовщинах советских организаций осознанно, без давления на них старших товарищей. Движение к изображению агитационных композиций было полностью студенческой инициативой [6...8]. Именно по инициативе студентов, входивших в состав Совета факультета, агитационная тематика была зафиксирована как задание практик в рабочих программах конца 1920-х годов. Тяга к новым сюжетам проявлялась и на других факультетах, например, на скульптурном факультете лепили рабочих и колхозниц, но массовость творческих поисков "агитсюжетов" была характерна только для текстильщиков.

Поддержанная Ассоциацией художников революционной России (АХРР) агитационная тематика приобрела общесоюзный масштаб. В коллекциях отечественных музеев, в том числе Москвы и Иванова, имеются сотни образцов с характерными рисунками. М.С. Назаревская, Л.Я. Райцер, Н.В. Полуэктова, М.В. Хвостенко и ряд других художников, начавших свой творческий путь как студенты-"застрельщики агитационной тематики", составили славу отечественного текстиля.

Но новая тематика так бы и осталась только веянием времени, если бы не была исполнена на высокопрофессиональном уровне. Ничего бы хорошего не получилось, если бы для претворения в жизнь педагогами ВХУТЕМАСа/ВХУТЕИНа не была

подобрана методика осуществления замыслов студентов. В первую очередь, она касалась процесса создания нового мотива, не применявшегося ранее в текстильных орнаментах – движущихся деталей станков или других механизмов, или самих механизмов. Опытнейший художник, который возглавлял рисовальную мастерскую на Трехгорной мануфактуре и одновременно преподавал на текстильном факультете ВХУТЕМАСа/ВХУТЕИНа, Оскар Петрович Грюн работал со своими студентами и как строгий педагог, и как руководитель производственных практик. Именно он ввел в учебный процесс зарисовки деталей машин, что позволило начинающим художникам понять их особую эстетику. Может показаться, что все просто, если не знать, что в дореволюционной Строгановке главенствовала эстетика тканей модерна, и в первые годы существования ВХУТЕМАСа копирование тканей модерна и их проектирование было обычным заданием. Переход от извивающейся линии, определяющей орнамент модерна, к осознанию особой красоты механического ритма станка был кардинальным. В умах студентов он совершился именно на практиках при наблюдении за работающей техникой, которую они стали внимательно зарисовывать. Движение механизмов у студентов ассоциировалось с движением к новой жизни. В одном из выпусков газеты "Голос текстилей" была опубликована заметка о том, что студенты текстильного факультета ВХУТЕМАСа задались целью зарисовать текстильные машины и их части во время работы [9, с. 84].

У О.П. Грюна учились Л. Райцер и М. Назаревская, которые стали инициаторами создания текстильной секции Объединения молодежи при Ассоциации художников России (ОМАХР) и увлеченно внедряли новые идеи в текстильный рисунок для массового производства. Не случайно после окончания учебы Оскар Петрович пригласил работать на Трехгорную мануфактуру целую плеяду своих учеников.

Одной из ключевых целей обучения художников текстиля было научить их отрицать мотив орнамента и чувствовать "культуру плоскости" ткани. Крайне важно

было определить конкретный размер мотива и возможные формы их взаимодействия на ткани конкретного переплетения. Без обширных учебных и производственных практик это очень проблематично. "Мы часто смотрели, как из печатной машины быстро бежит полотно и пытались увидеть, где образовались "ритмические дыры" или ненужная "полосатость" – вспоминала Е.Я. Щумяцкая [10].

Орнамент, из каких бы мотивов он не состоял, должен "держаться плоскости". У О.П. Грюна "чувство плоскости" было безупречным, и это чувство он пытался развить у студентов. Выпускник училища Штиглица, то есть сторонник европейской системы обучения орнаменту, он был очень жестким учителем и не допускал никаких отступлений от правил.

Высокохудожественное и технологически безупречное исполнение достигалось усилиями опытных химиков-колористов и наличием штата талантливых рисовальщиков и граверов. В вопросах колористического порядка были трудности, но они решались при наличии очень сильной московской школы химиков-технологов. Так, например, в академической конференции текстильного факультета ВХУТЕМАСа в 1926 г. деятельно участвовал выдающийся ученый в области химической технологии и химии красителей Н.Н. Вознесенский, а сменивший в 1928 г. первого декана факультета С.В. Молчанова П.П. Викторов был видным химиком-технологом и читал на факультете курс "Общая химическая технология волокнистых материалов". Почти на всех фабриках сохранились команды рисовальщиков и граверов. Они были местными жителями и возвращались на фабрики при перезапуске производств. Рисовальщики, работавшие на фабриках с дореволюционных времен, помогали молодым художникам "дошлифовывать" рисунки в соответствии с техническими особенностями фабрик. Кроме того, рисовальщики, приученные к работе с западно-европейских "абонементов" или "книг мотивов", сами могли прирабатывать простые орнаментальные композиции на очень хорошем уровне. Так что агитационные идеи и

наброски композиций "новой тематики" попадали в опытные руки и отлаженное десятилетиями фабричное хозяйство. Именно на практиках, проводившихся каждый семестр (на первом курсе – 2 дня в неделю, на втором курсе – 1 неделя в месяц, на 3-4 курсах – каждый третий месяц, преддипломная практика – половина года) студенты приобрели уверенность и мастерство.

Обращаясь к современной ситуации в российском печатном текстиле, следует сказать, что за послевоенные годы, и особенно годы "перестройки" и постперестроечный период, многое изменилось. Появление новых технологий, включая использование компьютерной техники, увеличило роль художника-текстильщика. Теперь он должен не только создавать эскиз рисунка и его "чистой" вариант, но и отрисовывать линейку возможных его изменений. Профессия рисовальщика исчезла, и место рисовальщиков занял один "компьютерщик", помогающий художнику в доведении эскиза. Неприятным моментом является и то, что мы опять перешли на работу "по абонементам", приходящим из-за границы. Работая в русле международной моды, мы в основном плывем за флагманами модных веяний. "Капиталистическая революция" в России XX-XXI века не родила всплеска новой тематики, хоть как-то схожей со стремлением к переменам в 1920-е годы.

В сложившейся ситуации, в некоторой степени имеющей черты деградации, ждать быстрых перемен было бы наивно. Однако пик развала текстильных предприятий, гораздо более худший, чем в 1919 г., мы прошли. Но тогда предприятия можно было реанимировать на основе старых технологий, а сейчас уже нет. Чтобы сегодня получить заказ на подготовку художников (дизайнеров) ткани, равный заказу 1920-1930 гг., необходимо наличие в стране нескольких десятков крупных отделочных производств. Наличие нескольких фабрик типа изготовления печатных платков в Павловском Посаде позволяет удерживать необходимую художественную планку, но не открывает пути к быстрому совершенствованию. В какой-то степени изменения наблю-

даются в небольших дизайн-бюро с мелкосерийным изготовлением продукции, открывающихся, часто, самими художниками. Но чтобы они были успешными, необходимо готовить универсального художника (дизайнера), совмещающего в себе несколько достаточно разнообразных компетенций. Вот тут нам могут помочь учебные планы первых лет существования ВХУТЕМАСа, где универсальность обучения была образовательным принципом.

При использовании цифровой печати на художника ложатся обязанности художника, рисовальщика, колориста и, в какой-то степени, технолога. И таких фирм становится все больше и больше. Компьютерные технологии быстро меняют облик проекта рисования на основе требований XXI века. Что же касается роли студенческих практик, то они не менее важны, чем раньше. Более того, наличие цифровой печати в лабораториях кафедр, занимающихся подготовкой кадров по дизайну изделий текстильной и легкой промышленности, позволяет делать практики такими же непрерывными, как и в 1920-е годы. Качественная курсовая работа может быть в любое время выполнена в материале.

В Ы В О Д Ы

Наша страна не может не быть в составе государств-лидеров в дизайне текстиля и текстильных изделий. Все условия для этого есть: богатейший проектный опыт, творческие вузы с выдающимся педагогическим составом, креативные дизайн-бюро. Поворот к подготовке универсального дизайнера, компьютеризация производственных мощностей, связанная с миниатюризацией оборудования, уже сейчас позволяют готовить специалиста не только на уровне, но и выше международного уровня. Но успех приходит только тогда, когда творческая молодежь умеет доводить свои креативные идеи до готового изделия, как в вузовских компьютеризированных мастерских-лабораториях, так и в условиях производства.

1. Акиншевич Г. Агиткань // ДИ СССР. – 1979, № 11, 1979. С. 47...48.
2. Бесчастнов Н.П. Агиттекстиль // ДИ СССР. – 1986, № 2. С.48...49.
3. Бесчастнов Н.П. Агиттекстиль // Наше наследие. – 2007, № 83...84.
4. Таньшина З.А. Зарождение отечественного дизайна текстиля // Декоративно-прикладное искусство и предметно-пространственная среда // Вестник МГХПУ. – 2008, № 1, часть II. С.137...143.
5. Ясинская И.М. Ткани 1920-х-30-х годов. – Л.: Художник РСФСР, 1977.
6. Рогинская Ф. Текстильный молодежь // Искусство в массы. – 1929, № 3-4. С.26.
7. Полуэктова Н.В. За правильные позиции в текстильном рисунке // За пролетарское искусство. – 1932, №7-8. С.24...25.
8. Червяков А.Н. Тематика в текстиле // Известия хлопчатобумажной промышленности. – 1932, № 6. С.47...48.
9. Ткани Москвы / Авт. сост. К.Л. Гусева, А.Н. Селиванова; Музей Москвы. – М.: Кучково поле Музеон, 2019.
10. Шумяцкая Е.Я. Воспоминания. Личный архив Н.П. Бесчастнова.

1. Akinshevich G. Agittkan' // DI SSSR. – 1979, №11, 1979. S. 47...48.
2. Beschastnov N.P. Agittekstil' // DI SSSR. – 1986, № 2. S.48...49.
3. Beschastnov N.P. Agittekstil' // Nashe nasledie. – 2007, № 83...84.
4. Tan'shina Z.A. Zarozhdenie otechestvennogo dizayna tekstilya // Dekorativno-prikladnoe iskusstvo i predmetno-prostranstvennaya sreda // Vestnik MGKhPU. – 2008, № 1, chast' II. S.137...143.
5. Yasinskaya I.M. Tkani 1920-kh-30-kh godov. – L.: Khudozhnik RSFSR, 1977.
6. Roginskaya F. Tekstil'nyy molodnyak // Iskusstvo v massy. – 1929, № 3-4. S.26.
7. Poluektova N.V. Za pravil'nye pozitsii v tekstil'nom risunke // Za proletarskoe iskusstvo. – 1932, №7-8. S.24...25.
8. Chervyakov A.N. Tematika v tekstile // Izvestiya khlopchatobumazhnoy promyshlennosti. – 1932, № 6. S.47...48.
9. Tkani Moskvyy / Avt. sost. K.L. Guseva, A.N. Selivanova; Muzey Moskvyy. – M.: Kuchkovo pole Muzeon, 2019.
10. Shumyatskaya E.Ya. Vospominaniya. Lichnyy arkhiv N.P. Beschastnova.

Рекомендована кафедрой декоративно-прикладного искусства и художественного текстиля. Поступила 02.06.21.

УДК 658.512.23

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_170

ДИЗАЙН ОДЕЖДЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ (FDM)

CLOTHING DESIGN BASED ON 3D-PRINTING TECHNOLOGY (FDM)

Т.В. БЕЛЬКО, М.А. КУРБАТОВА

T.V. BELKO, M.A. KURBATOVA

(Поволжский государственный университет сервиса)

(Volga Region State University of Service)

E-mail: belko@tolgas.ru; marinakurbatova@list.ru

Цифровизация сегодня затрагивает практически все сферы производства, в том числе и модную индустрию. Появляются инновационные экспериментальные направления малооперационных и малосерийных типов производств, расширяющие диапазон индивидуализированной продукции. Одним из таких направлений сегодня является разработка бесшовной одежды на основе 3D-печати, которое активно развивается за рубежом в ключе не только практических, но и теоретических исследований. Технологии адди-

тивно́го произво́дства могут явля́ться эмерджентным толчком развития и становления бесшовного печатного изготовления одежды, как отдельного направления в модной индустрии.

В отечественной практике наблюдается лишь начальный этап освоения технологий 3D-печати в дизайне одежды. Этим объясняется актуальность исследования технологий 3D-моделирования и 3D-печати в контексте дизайн-проектирования одежды, что послужит вектором для дальнейших научно-практических разработок по данному направлению и совершенствованию дизайнерского опыта в отечественном модном производстве.

Целью исследования является разработка практических рекомендаций выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM. Для достижения данной цели выполнен экспериментальный анализ технологий цифрового 3D-моделирования и аддитивного производства на примере изготовления формы одежды. В исследовании применялся метод экспериментального анализа технологий цифрового 3D-моделирования и аддитивного производства изделий. Описаны этапы научного эксперимента дизайн-проектирования монолитной структуры одежды с использованием технологии 3D-печати. В ходе проведенного эксперимента разработаны практические рекомендации отдельных этапов выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM: способы 3D-моделирования, выбор оборудования и материала; специфика подготовки к печати, влияющая на фактурные характеристики объекта.

Digitalization today affects almost all areas of production, including the fashion industry. Innovative experimental directions of small-scale and small-scale production types appear, expanding the range of individualized products. One of these areas today is the development of seamless clothing based on 3D-printing, which is actively developing abroad in the spirit of not only practical, but also theoretical research. Additive manufacturing technologies can be an emergent impetus for the development and formation of seamless printed clothing as a separate direction in the fashion industry.

In domestic practice, there is only an initial stage in the development of the development of 3D-printing technologies in clothing design. This explains the relevance of the study of 3D-modeling and 3D-printing technologies in the context of clothing design, which will serve as a vector for further scientific and practical developments in this area and improving design experience in domestic fashion production. The aim of the study is to develop practical recommendations for the implementation of a monolithic shell structure of clothing using FDM printing. To achieve this goal, an experimental analysis of digital 3D-modeling and additive manufacturing technologies was carried out using the example of making a uniform.

The study used the method of experimental analysis of digital 3D-modeling technologies and additive manufacturing of products. The stages of a scientific experiment in the design of a monolithic structure of clothing using 3D-printing technology are described. In the course of the experiment, practical recommendations were developed for individual stages of the implementation of a monolithic shell structure of clothing using FDM printing: 3D-modeling methods, selection of equipment and material; the specifics of preparation for printing, affecting the texture characteristics of the object.

Ключевые слова: дизайн некроеной одежды, 3D-моделирование формы одежды, технология печати FDM, 3D-печать монолитной формы одежды.

Keywords: design of uncut clothes, 3D-modeling of clothing, FDM printing technology, 3D-printing of monolithic clothing.

В "Стратегии развития промышленности РФ до 2035 г." правительством поставлены задачи повышения уровня технологического развития и цифровизации отраслей с целью обеспечения малосерийных типов производств, ускорения коммерциализации новых технологий и продуктов, внедрения отечественного программного обеспечения, а основной целью развития легкой промышленности определено обеспечение устойчивости отрасли при ее интеграции в мировую систему. 3D-печать костюма является перспективным направлением, которое активно развивается за рубежом в ключе практических и теоретических исследований [1...6]. Это обуславливается возможностью создавать изделия в контексте цифровой среды, которая значительно расширяет диапазон проектных решений с индивидуализированным подходом к дизайну. В отечественной практике наблюдается лишь начальный этап освоения технологий 3D-печати в дизайне одежды. Этим объясняется актуальность исследования технологий 3D-моделирования и 3D-печати в контексте дизайн-проектирования одежды, что послужит вектором для дальнейших научно-практических разработок по данному направлению и совершенствованию дизайнерского опыта в отечественном модном производстве.

Целью исследования является разработка практических рекомендаций выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM. Для достижения данной цели необходимо осуществить экспериментальный анализ технологий цифрового 3D-моделирования и аддитивного производства на примере изготовления формы одежды.

Методы. В исследовании применялся метод экспериментального анализа технологий цифрового 3D-моделирования и аддитивного производства изделий, позволивший разработать практические реко-

мендации отдельных этапов дизайн-проектирования монолитной формы одежды на основе FDM-печати. Экспериментальный анализ технологий цифрового 3D-моделирования проводился с использованием программного обеспечения (ПО) Autodesk 3ds Max. При подготовке трехмерной модели к печати применялось ПО Ultimaker Cura. Воспроизведение печати осуществлялось на 3D-принтере JG maker Magic с печатающей областью 220 мм x 220 мм x 250 мм.

Результаты исследования и обсуждения

Научный эксперимент по дизайн-проектированию печатной одежды проводился в четыре этапа: 3D-моделирование формы одежды; подготовка трехмерной модели к печати; печать модели; пост-печатная обработка.

1. 3D-моделирование формы одежды

Создание монолитной формы одежды осуществлялось в следующей последовательности:

(рис. 1 – практическая апробация дизайн-проектирования монолитной формы одежды на основе FDM-печати: (а) оболочка-примитив с заданной геометрией сетки; (б) удаление полигональных групп, деформация на уровне формы; (в) утолщение стенок оболочки; (г) напечатанная модель на 3D-принтере в масштабе 1/2,5; (д) пост-печатная обработка изделия; (е) демонстрация формы одежды на фигуре человека при условии печати изделия высотой 625 мм).

– Введение фигуры человека.

– Создание оболочки-примитива со средней сетчатой структурой (рис. 1-а).

– Выполнение на оболочке линейных перфораций по вертикали путем выделения и удаления групп полигонов с чередованием через одну линию.

– Деформирование оболочки до рельефного уровня с сохранением общего очертания формы одежды (рис. 1-б).

– Утолщение стенок оболочки (рис. 1-в).



Рис. 1

2. Подготовка трехмерной модели к печати

Подготовка трехмерной модели для 3D-печати осуществлялась в специальной слайсинг-системе Ultimaker Cura. Основной функцией таких систем является подготовка модели к печати по определенным параметрам и нарезания трехмерной модели на множество плоских двухмерных слоев, из которых принтер складывает физический объект [7], [8]. Учитывая размер области печати принтера JG maker Magic, используемого материала (PLA-пластик), трехмерная модель одежды подготовлена для печати в масштабе 1/2,5, и имеет следующие размеры по точкам координат: Z=250 мм, Y=183,6375 мм, X=143,724 мм. После установки параметров система высчитала

время печати – 28 ч 26 мин, длину затрачиваемой нити – 76,84 м, а также примерный вес изделия – 229 г.

3. Печать модели и пост-печатная обработка

Печать модели включала в себя подготовку оборудования, тестовую печать для проверки выставленных параметров, а также непосредственное воспроизведение формы одежды. Пост-печатная обработка формы одежды осуществлялась абразивным материалом с целью сглаживания ребристой поверхности и удаления ворсистых элементов. Распечатанная модель одежды в масштабе имеет жесткую структуру (рис. 1-г, е). В ходе печати формы одежды выявлены некоторые ошибки задаваемых параметров при подготовке модели, которые привели к

образованию группы нависающих нитей в отверстиях изделия (рис. 1-д), что усложнило выполнение качественной пост-обработки.

В ходе проведенного эксперимента разработаны практические рекомендации отдельных этапов выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM: способы 3D-моделирования, выбор оборудования и материала; использование дефектов печати для создания фактурных характеристик объекта.

1) 3D-моделирование одежды может быть реализовано на основе трех технологических способов. Первый способ заключается в моделировании формы одежды на основе двухмерного художественного или технического эскизного аналога изделия. Второй технологический способ имеет реверсивный тип проектирования одежды, при котором структура будущего изделия определяется в виде реальной модели-шаблона путем ее перевода в виртуальный формат с использованием технологии 3D-сканирования. Одним из методов создания модели-шаблона является экспериментирование с нетрадиционными материалами. Данные способы моделирования осуществляются по определенному алгоритму действий с функциями и инструментами ПО. Третий способ моделирования заключается в экспериментальном поиске вариантов формы одежды согласно импровизированному типу использования различных функций и инструментов ПО. В данном эксперименте 3D-редактор представляется как набор трехмерных художественных инструментов, и алгоритм исполнения может иметь рандомный вид набора различных параметров и функционала. Выполняя при 3D-моделировании случайные модификации с формой, могут получаться различные ошибки, когда геометрия накладывается друг на друга. Такие случайные формы могут иметь эстетическую ценность, и с помощью инструментов образования толщины оболочки модель может быть подготовлена для печати.

2) При печати пластичную структуру формы можно получить с использованием гибкого материала из серии TPU, к примеру

FLEX. Для изготовления одежды в фактическом размере необходимо использовать принтеры с габаритной печатной областью (Picaso 3D Designer XL – 600 x 360 x 610 мм, STRATEXM 700 – 350 x 350 x 700 мм, Prism Special Dual – 400 x 400 x 1200 мм и т.д.). В ходе изготовления одежды в фактическом размере исключительно из гибкого материала с использованием габаритных 3D-принтеров модель будет провисать, что приведет к потере качества печати. Во избежание провисания модели необходимо использовать принтеры с двумя экструдерами и на этапе 3D-моделирования или слайсинга выстраивать поддерживающие структуры, которые могут печататься растворимым материалом (PVA, HIPS) [9], [10].

3) Возникающие дефекты при печати могут сохраняться, дополняя фактурные характеристики объекта. Реализация таких дефектов осуществляется в слайсинг-системе или в ходе печати при настройке определенных параметров оборудования:

- горизонтальные ворсистые образования в виде тонких волосков или паутины между вертикальными стенками объекта можно задать, настроив параметры максимальной текучести пластика при отсутствии выполнения втягивания нити назад в сопло;

- горизонтальные мосты, нависающие между двумя выступающими точками, достигаются путем уменьшения обдува нити и увеличения скорости экструзии;

- зазоры на поверхности, образующиеся за счет прерывания слоев и неоднородной экструзии, могут быть созданы путем установки минимального значения множителя выдавливания материала;

- неоднородная рельефность поверхности достигается при увеличении уровня потока филамента.

Таким образом, можно демонстрировать в автоматизированных процессах изготовления одежды возможность имитации исполнения формы ручным способом.

ВЫВОДЫ

1. По технологии FDM напечатана форма одежды, главным отличием которой является выполнение монолитной формы

на этапах моделирования и производственного процесса. Полученная форма одежды выполнена из полимерного материала PLA в масштабе 1/2,5, имеет жесткую структуру и является экспериментальным результатом работы.

2. Разработаны практические рекомендации отдельных этапов выполнения монолитной оболочковой структуры одежды с использованием печати FDM.

ЛИТЕРАТУРА

1. Seymour S. Fashionable Technology: The Intersection of Design, Fashion, Science, And Technology. – Vienna: Springer, 2008.
2. Quinn B. Textile Futures (fashion, design and technology) – Berg Publishers, 2010.
3. Qiu C. The Review of Smart Clothing Design Research based on the Concept of 3F+1I // International Journal of Business and Social Science. – Vol. 6, № 1; January 2015. P. 199...208.
4. Nervous System [Электронный ресурс]. – URL: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/sets/kinematics-dress/>
5. DanitPeleg [Электронный ресурс] / Сайт дизайнера. – <https://danitpeleg.com/>
6. Sinterit Provides SLS 3D Printed Costume for Beijing Opera at Royal College of Art [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.3dprintingmedia.network/sinterit-provides-sls-3d-printed-costume-beijing-opera-royal-college-art/>
7. Lipson H., Kurman M. Fabricated: The New World of 3D Printing – Wiley, 2013.
8. Kindle Edition. The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications. / Coers & Roest. – 2017.
9. Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Технологии и материалы 3D-печати [Электронный ресурс]. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017.

10. Моделирование методом послойного наплавления (FDM) [Электронный ресурс]. – URL: http://3dtoday.ru/wiki/FDM_print/

REFERENCES

1. Seymour S. Fashionable Technology: The Intersection of Design, Fashion, Science, And Technology. – Vienna: Springer, 2008.
2. Quinn B. Textile Futures (fashion, design and technology) – Berg Publishers, 2010.
3. Qiu C. The Review of Smart Clothing Design Research based on the Concept of 3F+1I // International Journal of Business and Social Science. – Vol. 6, № 1; January 2015. P. 199...208.
4. Nervous System [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/sets/kinematics-dress/>
5. DanitPeleg [Elektronnyy resurs] / Sayt dizaynera. – <https://danitpeleg.com/>
6. Sinterit Provides SLS 3D Printed Costume for Beijing Opera at Royal College of Art [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://www.3dprintingmedia.network/sinterit-provides-sls-3d-printed-costume-beijing-opera-royal-college-art/>
7. Lipson H., Kurman M. Fabricated: The New World of 3D Printing – Wiley, 2013.
8. Kindle Edition. The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications. / Soers & Roest. – 2017.
9. Shkuro A.E., Krivonogov P.S. Tekhnologii i materialy 3D-pechaty [Elektronnyy resurs]. – Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2017.
10. Modelirovanie metodom posloynogo naplavlениya (FDM) [Elektronnyy resurs]. – URL: http://3dtoday.ru/wiki/FDM_print/

Рекомендована кафедрой дизайна и искусства.
Поступила 18.05.21.

УДК 539.434:677.494

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_176

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ДЕФОРМАЦИОННО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
ТЕХНИЧЕСКОГО ТЕКСТИЛЯ***

**DEVELOPMENT OF METHODS FOR COMPUTER FORECASTING
DEFORMATION AND OPERATIONAL PROCESSES OF TECHNICAL TEXTILES**

Н.В. ПЕРЕБОРОВА, А.Г. МАКАРОВ, М.А. ЕГОРОВА, И.М. ЕГОРОВ

N.V. PEREBOROVA, A.G. MAKAROV, M.A. EGOROVA, I.M. EGOROV

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)

(Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)

E-mail: makvin@mail.ru

На основе методов системного анализа вязкоупругости полимерных текстильных материалов разрабатываются компьютерные методы прогнозирования деформационно-эксплуатационных процессов технического текстиля. Выбор основополагающей функции для математического моделирования вязкоупругих процессов технического текстиля производится в соответствии с критерием оптимальности указанного моделирования.

Based on the methods of systematic analysis of the viscoelasticity of polymeric textile materials, computer methods are developed for predicting the deformation-operational processes of technical textiles. The choice of the fundamental function for mathematical modeling of viscoelastic processes of technical textiles is made in accordance with the optimality criterion for this simulation.

Ключевые слова: полимеры, технический текстиль, вязкоупругость, деформационно-эксплуатационные процессы, математическое моделирование, релаксация, упругость, вязкоупругость, компьютерное прогнозирование.

Keywords: polymers, technical textiles, viscoelasticity, deformation-operational processes, mathematical modeling, relaxation, elasticity, viscoelasticity, computer forecasting.

* Работа финансировалась в рамках выполнения государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ, Проект № FSEZ-2020-0005.

Прогнозирование деформационно-эксплуатационных процессов текстильных материалов обычно проводится на основе численного решения интегральных уравнений Больцмана-Вольтерра [1...3]:

$$\sigma_t = E_0 \varepsilon_t - (E_0 - E_\infty) \cdot \int_0^t \varepsilon_\theta \cdot \varphi'_{\varepsilon; t-\theta} d\theta \quad (1)$$

– для процесса нелинейно-наследственной релаксации и

$$\varepsilon_t = D_0 \sigma_t + (D_\infty - D_0) \cdot \int_0^t \sigma_\theta \cdot \varphi'_{\sigma; t-\theta} d\theta \quad (2)$$

– для процесса нелинейно-наследственной ползучести.

При этом в качестве интегральных ядер интегральных уравнений (1), (2) выбирается одна из нормированных функций, целесообразность использования которой определяется на основе критериев оптимальности математического моделирования нелинейно-наследственной релаксации и нелинейно-наследственной ползучести изучаемых материалов [4]. Как было показано, для математического моделирования деформационно-эксплуатационных процессов технического текстиля в качестве основы математической модели наиболее целесообразно использовать нормированную функцию нормированный арктангенс логарифма приведенного времени (НАЛ) [5], [6]:

$$\varphi_{\varepsilon t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{b_{\text{н}\varepsilon}} \ln \frac{t}{\tau_\varepsilon} \right) \quad (3)$$

– для процесса нелинейно-наследственной релаксации и

$$\varphi_{\sigma t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{b_{\text{н}\sigma}} \ln \frac{t}{\tau_\sigma} \right) \quad (4)$$

– для процесса нелинейно-наследственной ползучести.

При этом математические модели с функцией НАЛ будут иметь вид [7]:

$$E_{\varepsilon t} = E_0 - (E_0 - E_\infty) \varphi_{\varepsilon t} \quad (5)$$

– для процесса нелинейно-наследственной релаксации и

$$D_{\sigma t} = D_0 + (D_\infty - D_0) \varphi_{\sigma t} \quad (6)$$

– для процесса нелинейно-наследственной ползучести.

В уравнениях (1)...(6) введены следующие обозначения: t – время; $1/b_{\text{н}\varepsilon}$ – параметр интенсивности процесса релаксации; $1/b_{\text{н}\sigma}$ – параметр интенсивности процесса ползучести; τ_ε – время релаксации; τ_σ – время запаздывания; $E_{\varepsilon t} = \sigma/\varepsilon$ – модуль релаксации; E_0 – модуль упругости; E_∞ – модуль вязкоупругости; $D_{\sigma t} = \varepsilon/\sigma$ – податливость; D_0 – начальная податливость; D_∞ – предельная равновесная податливость; ε – деформация; σ – напряжение; a – механическая работа деформирования.

Главной особенностью использования функции НАЛ для математического моделирования деформационно-эксплуатационных процессов технического текстиля, в отличие от других аналогичных функций (например, интеграла вероятности (ИВ), функции Кольрауша (ФК) и гиперболического тангенса (ГТ)), состоит в возможности расширения доверительного прогнозирования указанных процессов как в сторону "больших" времен (длительные процессы), так и в сторону "малых" времен (кратковременные процессы), причем в данном случае погрешность прогноза уменьшается за счет снижения влияния квазимгновенного фактора в начале процесса [8].

Если при прогнозировании "средних" по длительности процессов (10^{-1} мин $< t < 10^2$ мин) модели с функциями ИВ, ФК, ГТ и НАЛ применительно к синтетическим нитям дают близкие прогнозы, то особая роль функции НАЛ проявляется при прогнозировании "длительных" процессов (10^2 мин $< t < 10^4$ мин) и "быстротекущих" (10^{-2} мин $< t < 10^{-1}$ мин) [9]. Кроме того, применение функции НАЛ предпочтительно при прогнозировании деформационных процессов материалов со сложной структурой ввиду более широких спектров релаксации и ползучести.

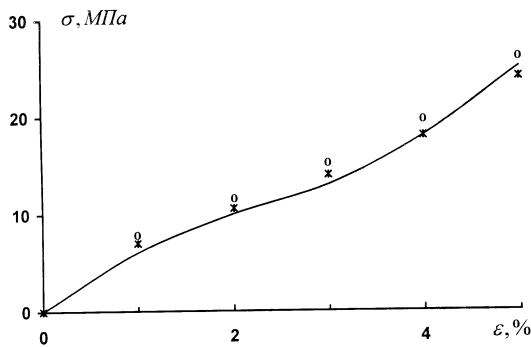


Рис. 1

Для повышения точности прогнозирования деформационно-эксплуатационных процессов технического текстиля были разработаны также методики уточнения расчетных диаграмм растяжения посредством коррекции функции времен релаксации по контрольным точкам экспериментальной диаграммы (рис. 1 – диаграмма растяжения текстильной пряжи, $T=20^{\circ}\text{C}$ при скорости деформирования $\dot{\varepsilon} = 0,083\text{c}^{-1}$ (сплошная линия – эксперимент, o – расчет до коррекции, * – расчет после коррекции диаграммы по точке экспериментальной диаграммы $\varepsilon = 4\%$, $\sigma = 18,7\text{МПа}$)) [10...12]. Расчетные диаграммы тем ближе к экспериментальным, чем большее число точек экспериментальной диаграммы выбирается для

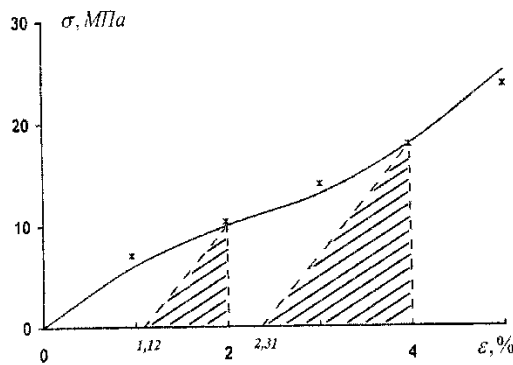


Рис. 2

По аналогии с этим был разработан также метод разделения полной деформации ε_t на упругообратимую ε_{to} и вязкоупругопластическую ε_{tt} компоненты (рис. 2 – разложение полной деформации ε_t текстильной пряжи, $T = 40^{\circ}\text{C}$ по процессу рав-

коррекции [13]. При этом, корректируя расчетную диаграмму, соответствующую некоторой скорости, мы получаем заметное улучшение расчетных диаграмм, построенных для других скоростей. Этот факт говорит об устойчивости данного метода, о методически правильно поставленной задаче и способе ее решения. Предложенный метод коррекции расчетных диаграмм растяжения по точкам экспериментальной диаграммы и его компьютеризация повышают надежность полученных расчетных значений вязкоупругих характеристик [14...16].

Особая роль функции НАЛ видна также при прогнозировании высокоскоростного растяжения, соответствующего "быстротекущему" процессу, где наиболее важной и сложной для прогнозирования является область "малых" времен [17].

С целью наилучшего выявления деформационно-эксплуатационных свойств технического текстиля был разработан метод разделения полной механической работы деформирования a_t на упругую a_{to} и вязкоупруго-пластическую (поглощаемую) a_{tt} компоненты:

$$a_t = a_{to} + a_{tt} \quad (7)$$

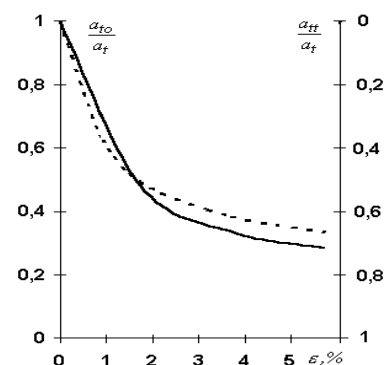


Рис. 3

номерного растяжения со скоростью $\dot{\varepsilon} = 0,083\text{c}^{-1}$ на упругую ε_{to} и вязкоупругопластическую ε_{tt} компоненты (* – расчетные точки диаграммы), рис. 3 – относительные доли упругой a_{to} и поглощаемой a_{tt} компонент механической работы де-

формирования a_t текстильной пряжи, $T=20^\circ\text{C}$ для скорости деформирования $\dot{\varepsilon}=0,083\text{c}^{-1}$ (сплошная линия – расчет, пунктир - выделение из экспериментальной диаграммы растяжения) [18]:

$$\varepsilon_t = \varepsilon_{to} + \varepsilon_{tt} \quad (8)$$

Введение поправок на необратимый компонент деформации позволяет условно разделить вязкоупругопластическую компоненту деформации ε_{tt} на вязкоупругую ε_{tv} и пластическую ε_{tp} компоненту, повысить точность, а следовательно, и надежность прогнозирования как простых, так и сложных деформационно-эксплуатационных процессов:

$$\varepsilon_{tt} = \varepsilon_{tv} + \varepsilon_{tp} \quad (9)$$

Таким образом, полная деформация ε_t может быть представлена в виде суммы трех компонент деформации:

$$\varepsilon_t = \varepsilon_{to} + \varepsilon_{tv} + \varepsilon_{tp} \quad (10)$$

Степень близости значений упругих компонент механической работы деформирования или соответствующих ей упругих компонент деформации, получаемых по измеряемой и прогнозируемой диаграмме растяжения, служит средством определения надежности прогнозирования деформационно-эксплуатационных свойств технического текстиля [19].

Разработанные методики компьютерного прогнозирования деформационно-эксплуатационных свойств технического текстиля представляют интерес для технологии текстильного производства. Например, этими методиками можно пользоваться при отборе пряжи для вязания трикотажного полотна, так как пряжа должна обладать не только способностью к упругоэластическому восстановлению, но и определенными релаксационными характеристиками, со временем сказывающимися на внешнем виде изделий [20].

1. Методы наследственной механики полимеров, применявшиеся ранее к полимерным нитям, оказались применимыми и для решения задач нелинейно-наследственной вязкоупругости технического текстиля.

2. При исследовании деформационно-эксплуатационных свойств и прогнозировании нагруженных состояний технического текстиля сложной макроструктуры, в отличие от нитей более простого строения, наиболее продуктивной, по сравнению с известными вариантами релаксационных функций и функций ползучести, является функция НАЛ.

3. С учетом специфики сложного строения технического текстиля разработаны аналитические и компьютерные методики исследования их деформационно-эксплуатационных свойств, в том числе:

- методики определения параметров релаксации и ползучести, включая времена релаксации и запаздывания;

- методики прогнозирования деформационно-эксплуатационных процессов, включая деформационно-восстановительные процессы и процессы обратной релаксации;

- методики выделения упругой компоненты механической работы деформирования и упругой компоненты полной деформации технического текстиля.

4. Разработанные методики прогнозирования деформационно-эксплуатационных свойств технического текстиля представляют интерес для технологии текстильного производства, например, при отборе пряжи для вязания трикотажного полотна, так как пряжа должна обладать не только способностью к упругоэластическому восстановлению, но и определенными релаксационными характеристиками, со временем сказывающимися на внешнем виде изделий.

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.* Прогноз обратной релаксации и деформационно-восстановительных процессов синтетических нитей // Химические волокна. – 2002, № 6. С. 62...64.

8. *Макаров А.Г.* Определение аналитической взаимосвязи нормированных ядер релаксации и ползучести в линейной теории вязкоупругости текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 2. С. 13...17.

9. *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.

10. *Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М.* Методы компьютерного анализа вязкоупругости технических тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 3. С. 13...17.

11. *Демидов А.В., Макаров А.Г., Сталевич А.М.* Исследование изменений деформационных свойств полиэфирных нитей в зависимости от степени крутки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, № 4. С. 9...13.

12. *Овсянников Д.А., Макаров А.Г., Сталевич А.М., Демидов А.В.* Вариант решения задачи по математическому моделированию вязкоупругих процессов полимеров // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. – 2006, Вып. 3. С. 46...54.

13. *Макаров А.Г., Слуцкер Г.Я., Жуковский В.А., Терушкина О.Б., Дроботун Н.В., Филипенко Т.С., Едомина Н.А.* Упругие свойства полипропиленовых и поливинилиденфторидных монопнитей и сетчатых эндопротезов на их основе // Химические волокна. – 2012, № 5. С. 28...32.

14. *Головина В.В., Рымкевич П.П., Макаров А.Г., Романова А.А.* Прогнозирование деформационных и релаксационных процессов в одноосноориентированных полимерных материалах // Химические волокна. – 2013, № 6. С. 33...40.

15. *Макаров А.Г., Слуцкер Г.Я., Гофман И.В., Васильева В.В.* Начальная стадия релаксации напряжения в ориентированных полимерах // Физика твердого тела. – Т. 58, № 4. С. 814...820.

16. *Демидов А.В., Макаров А.Г., Переборова Н.В., Егорова М.А.* Прогнозирование деформационно-релаксационных процессов полиамидных тканей, применяемых для изготовления куполов парашютов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С. 250...258.

17. *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.

18. *Переборова Н.В., Демидов А.В., Макаров А.Г., Климова Н.С.* Повышение конкурентоспособности полимерных текстильных материалов на основе применения интегральных критериев достоверности математического моделирования вязкоупругости на стадии их проектирования и организации производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 3. С. 242...247.

19. *Переборова Н.В., Макаров А.Г., Шванкин А.М., Егорова М.А., Абрамова И.В.* Моделирование и качественный анализ процессов ползучести геотекстильных нетканых материалов...основа повышения их конкурентоспособности // Химические волокна. – 2019, № 5. С. 68...70.

20. *Переборова Н.В., Макаров А.Г., Шванкин А.М., Егорова М.А., Коробовцева А.А.* Прогнозирование ползучести, деформационных и восстановительных процессов геотекстильных нетканых материалов // Химические волокна. – 2019, № 5. С. 71...73.

REFERENCES

1. Makarov A.G. Kontrol' parametrov nelineynonasledstvennykh yader relaksatsii i zapazdyvaniya sinteticheskikh nitay // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2000, № 2. S. 12...16.

2. Stalovich A.M., Makarov A.G. Variant spektra nasledstvenno-vyazkouprugoy relaksatsii sinteticheskikh nitay // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2000, № 3. S. 8...13.

3. Makarov A.G., Stalovich A.M. Variant prognozirovaniya protsessov deformirovaniya sinteticheskikh nitay // Khimicheskie volokna. – 2001, № 4. S. 67...69.

4. Makarov A.G., Stalovich A.M. Metody utochneniya i kontrolya prognoziруemykh sostoyaniy sinteticheskikh materialov // Khimicheskie volokna. – 2001, №5. S. 58...61.

5. Stalovich A.M., Makarov A.G. Opredelenie vyazkouprugikh kharakteristik na primere poliakrilonitril'noy niti // Khimicheskie volokna. – 2001, №6. S. 68...70.

6. Makarov A.G., Stalovich A.M. Variant spektrov relaksatsii i zapazdyvaniya u amorfno-kristallicheskih

синтетических нитей // *Химические волокна*. – 2002, № 3. С. 52...55.

7. Makarov A.G., Stalevich A.M. Prognoz obratnoy relaksatsii i deformatsionno-vosstanovitel'nykh protsessov sinteticheskikh nitey // *Химические волокна*. – 2002, № 6. С. 62...64.

8. Makarov A.G. Opreделение analiticheskoy vzaimosvyazi normirovannykh yader relaksatsii i polzuchesti v lineynoy teorii vyazkoupругosti tekstil'nykh materialov // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2002, № 2. С. 13...17.

9. Makarov A.G., Stalevich A.M. Prognozirovanie vosstanovitel'nogo deformatsionnogo protsessa i obratnoy relaksatsii polimernykh materialov // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2002, № 3. С. 10...13.

10. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Metody komp'yuternogo analiza vyazkoupругosti tekhnicheskikh tkaney // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2006, № 3. С. 13...17.

11. Demidov A.V., Makarov A.G., Stalevich A.M. Issledovanie izmeneniy deformatsionnykh svoystv poliefirnykh nitey v zavisimosti ot stepeni krutki // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2006, № 4. С. 9...13.

12. Ovsyannikov D.A., Makarov A.G., Stalevich A.M., Demidov A.V. Variant resheniya zadachi po matematicheskomu modelirovaniyu vyazkoupругikh protsessov polimerov // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 10. Prikladnaya matematika. Informatika. Protssesy upravleniya*. – 2006, Vyp. 3. С. 46...54.

13. Makarov A.G., Slutsker G.Ya., Zhukovskiy V.A., Terushkina O.B., Drobotun N.V., Filipenko T.S., Edomina N.A. Uprugie svoystva polipropilenovykh i polivinilidenftoridnykh mononitey i setchatykh endoprotezov na ikh osnove // *Химические волокна*. – 2012, № 5. С. 28...32.

14. Golovina V.V., Rymkevich P.P., Makarov A.G., Romanova A.A. Prognozirovanie deformatsionnykh i

relaksatsionnykh protsessov v odnoosnoorientirovannykh polimernykh materialakh // *Химические волокна*. – 2013, № 6. С. 33...40.

15. Makarov A.G., Slutsker G.Ya., Gofman I.V., Vasil'eva V.V. Nachal'naya stadiya relaksatsii napryazheniya v orientirovannykh polimerakh // *Fizika tverdogo tela*. – Т. 58, № 4. С. 814...820.

16. Demidov A.V., Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A. Prognozirovanie deformatsionno-relaksatsionnykh protsessov poliamidnykh tkaney, primenyaemykh dlya izgotovleniya kupolov parashyutov // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2017. № 1. С. 250...258.

17. Demidov A.V., Makarov A.G., Pereborova N.V., Egorova M.A. Varianty matematicheskogo modelirovaniya i sistemnogo analiza mekhanicheskoy relaksatsii i polzuchesti polimernykh materialov // *Химические волокна*. – 2017, № 4. С. 46...51.

18. Pereborova N.V., Demidov A.V., Makarov A.G., Klimova N.S. Povyshenie konkurentosposobnosti polimernykh tekstil'nykh materialov na osnove primeneniya integral'nykh kriteriev dostovernosti matematicheskogo modelirovaniya vyazkoupругosti na stadii ikh proektirovaniya i organizatsii proizvodstva // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2019, № 3. С. 242...247.

19. Pereborova N.V., Makarov A.G., Shvankin A.M., Egorova M.A., Abramova I.V. Modelirovanie i kachestvennyy analiz protsessov polzuchesti geotekstil'nykh netkanykh materialov...osnova povysheniya ikh konkurentosposobnosti // *Химические волокна*. – 2019, № 5. С. 68...70.

20. Pereborova N.V., Makarov A.G., Shvankin A.M., Egorova M.A., Korobovtseva A.A. Prognozirovanie polzuchesti, deformatsionnykh i vosstanovitel'nykh protsessov geotekstil'nykh netkanykh materialov // *Химические волокна*. – 2019, № 5. С. 71...73.

Рекомендована кафедрой интеллектуальных систем и защиты информации. Поступила 17.03.21.

УДК 338.49

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_182

**АНАЛИЗ КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК
ЗАКРЕПЛЕНИЯ В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ИВАНОВСКОГО КРАЯ
ТЕКСТИЛЬНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ***

**ANALYSIS OF CULTURAL AND HISTORICAL PREREQUISITES
FOR THE CONSOLIDATION OF TEXTILE SPECIALIZATION
IN THE ECONOMIC MODEL OF THE IVANOV REGION**

С.С. МИШУРОВ, К.Е. РОМАНОВА, И.А. ЗАЙЦЕВА

S.S. MISHUROV, K.E. ROMANOVA, I.A. ZAITSEVA

(Ивановский государственный политехнический университет)

(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: kontur32@yandex.ru; rom.ke@mail.ru; 75zss@rambler.ru

В статье представлен подробный ретроспективный анализ становления традиционного текстильного производственного комплекса Ивановской области, начиная с 1787 года, когда Осип Степанович Соков устроил первую ситценабивную мануфактуру в Иваново-Вознесенском районе Шуйского уезда. Авторы отмечают, что для становления текстильной промышленности в регионе большую роль играла банковская система и развитие дорог, как сухопутных, так и водных. В статье показано огромное значение Ивановской области как промышленного региона в годы советской власти. На современном этапе, после упадка текстильной промышленности в 90-е годы прошлого столетия, текстильная промышленность Ивановской области начинает уверенно и стабильно возрождаться.

The article presents a detailed retrospective analysis of the formation of the traditional textile production complex of the Ivanovo region, starting in 1787, when Osip Stepanovich Sokov organized the first calico manufactory in the Ivanovo-Voznesensky district of the Shuya district. The authors note that the banking system and the development of roads, both land and water, played an important role in the development of the textile industry in the region. The article shows the great importance of the Ivanovo region as an industrial region in the

* Грант №20-410-370005 "Очарование текстиля: разработка теоретико-методологических основ формирования национального центра индустрии моды на базе традиционного текстильного производственного комплекса Ивановской области.

years of Soviet power. At the present stage, after the decline of the textile industry in the 90s of the last century, the textile industry of the Ivanovo region is beginning to confidently and steadily revive.

Ключевые слова: хозяйственная модель, Ивановская область, текстильная промышленность.

Keywords: economic model, Ivanovo region, textile industry.

История человечества немыслима без текстильной промышленности. С развитием цивилизации росли потребности человека в одежде, тканях, обуви, что служило мощным стимулом развития текстильного производства и, в конечном итоге, становлению индустриализации и капитализма.

В 1787 г. Осип Степанович Соков устроил первую ситценабивную мануфактуру в Иваново-Вознесенском районе Шуйского уезда. Но в конце XVIII в. доминировало кустарное производство, объем которого превышал объем мануфактур в 4 раза, 7,5 млн. аршин против 2 млн. [1]. Переход к фабричному производству полностью произошел в XIX в.

В начале XIX в. центрами производства хлопчатобумажных тканей стали Московская губерния и Иваново-Вознесенский район Шуйского уезда.

Середина XIX в. характеризовалась ожесточенной конкуренцией в экономике между крупными фабриками и мелкими кустарными предприятиями. Бурно развивающийся технический прогресс способствовал постепенному разорению мелких предприятий. В 1840 г. в Шуйском уезде насчитывалось хлопчатобумажных 65 фабрик, в 1842 – уже 86 фабрики (1 бумагопрядильная, 6 полотняных, 15 миткалевых, 64 ситцевых) [6].

К концу XIX в. в Иваново-Вознесенском промышленном районе оставались лишь десятки крупных фабрик, эффективно функционирующих в условиях технического прогресса, основателями которых были Иван Гарелин, Петр Грачев, Осип Соков, Михаил Ямановский и др. Крупнейшие фабриканты закупали дорогую европейскую технику, что способствовало полному переходу к технологичному хлопчатобумажному производству [2].

Для хлопчатобумажной промышленности Иваново-Вознесенского региона была характерна высокая концентрация, которая в свою очередь требовала концентрации капиталов. В конце XIX в. регионе создаются семейные (по большей части) паевые товарищества и торговые дома. В 1913 г. хлопчатобумажные фабрики объединяются в монополию.

С этого времени банки играют большую роль в развитии текстильной индустрии Иваново-Вознесенского района. Своих банков в регионе не было, поэтому основной вклад принадлежал московским банкирам. Банки вкладывали деньги в Товарищества, предоставляли им кредиты, тем самым планомерно устанавливая контроль над фабриками. Таким образом, в начале XX в. активно происходил процесс соединения фабричного и банковского капиталов.

Большую роль в развитии текстильной промышленности в Иваново-Вознесенском регионе сыграл технический прогресс. Еще с 30-х годов девятнадцатого века на хлопчатобумажных фабриках стали появляться паровые машины. А в 60-70-х гг. произошло их массовое внедрение. 80-90-е гг. характеризуются качественными изменениями в производстве, в частности, происходит электрификация фабрик.

В процессе технической революции активнее переоснащалось отделочное производство, по сравнению с прядильным и ткацким, хотя новые, усовершенствованные станки устанавливались и там.

Характерной чертой снабжения текстильной промышленности Иваново-Вознесенского района являлось снабжение сырьем и топливом, привозимым из-за пределов региона. Изначально хлопок поставляли из Египта и США. Во второй половине XIX в. хлопок стали привозить из Средней Азии,

что значительно уменьшило риски владельцев. Но столичные банки монополизировали поставки, что повлекло появление зависимости иваново-вознесенских фабрикантов от посредников – банков [5].

Кроме топлива и хлопка текстильные предприятия зависели от искусственных красителей, поставляемых из Германии. Если раньше красители были натуральные и поступали от российских производителей, то искусственные красители были намного дешевле, но производились в Германии.

В начале своей деятельности текстильные предприятия ориентировались на такой низкокалорийный вид топлива, как дрова. Позже их заменили мазут и каменный уголь. Местное топливо – торф, к сожалению, практически не использовалось.

Торговая деятельность иваново-вознесенских фабрик ориентировалась в основном на крестьянский рынок, что способствовало производству средних и низких сортов ситцев. С одной стороны, этот рынок был очень большой, но, с другой, зависел от урожайности, то есть в урожайные годы покупательная способность возрастала, а неурожай мог привести к застою в торговле хлопчатобумажными тканями.

За границами России иваново-вознесенские фабриканты освоили персидский рынок и частично китайский. Ивановские ситцы успешно конкурировали в Иране, с английской продукцией. Были предприняты попытки завоевать рынки в Африке, на Балканах, в Южной Америке, в Западной Европе, но ввиду очень сильной конкуренции попытки были не совсем удачны [3].

В становлении текстильной промышленности в регионе большую роль играло развитие дорог, как сухопутных, так и водных.

Торговые пути формировались веками. К середине XIX в. к Иваново-Вознесенскому району подходили сухопутные пути вдоль рек: Волги, Нерехты, Уводи и др. В период распутицы (весной и осенью) дороги становились практически непроезжими. Водные дороги по Волге, Клязьме, Тезе, Уводи и другим рекам зимой покрывались льдом. Таким образом, перевозка пассажиров, сырья, товаров в регионе до середины XIX в.

осуществлялась медленно и с большими затруднениями.

Именно благодаря этим обстоятельствам в 60-х гг. девятнадцатого столетия был поставлен вопрос о прокладке железных дорог в регионе. Первая железная дорога в уезде соединила крупнейшие текстильные центры: Новки–Шуя–Иваново и была построена менее чем за год. В 1871 г. была проложена железная дорога от Иваново-Вознесенска до Кинешмы. В дальнейшем в краю построили железные дороги, соединившие регион с Москвой, Нижним Новгородом, Кинешмой, Вичугой, Шуей и другими городами.

К 1899 г. в Иваново-Вознесенском регионе была построена вторая ветка до Москвы, соединившая Александров, Юрьев-Польский, Тейково, Гаврилов Посад.

Самый большой объем в грузоперевозках по железной дороге занимали дрова, потом мануфактура, мука и пряжа. В текстильном крае в девятнадцатом веке были вырублены практически все леса, а пшеница и рожь не давали хороших урожаев, что заставляло ввозить дрова и муку. Также большинство текстильных фабрик ориентировались на ткачество и отделку. Прядильных предприятий в регионе было немного, потому пряжу приходилось ввозить. А из региона вывозили мануфактуру (готовые ткани).

Справедливости ради надо отметить, что текстильные фабрики, расположенные вдали от железных дорог, в девятнадцатом веке использовали гужевой транспорт.

Таким образом, железные дороги способствовали продуктивному развитию текстильной индустрии в Иваново-Вознесенском регионе.

Практически во всех уголках Иваново-Вознесенского края были расположены хлопчатобумажные предприятия, за исключением восточной части (Пучеж, Яковлевское, Юрьево), где располагались льняные фабрики, поскольку в этой местности хорошо созрел лен.

Иваново-Вознесенск являлся неофициальной столицей текстильного промышленного края, так как он превосходил по своему промышленному потенциалу и числу жите-

лей все соседние города. В конце XIX в. в городе были созданы Комитет торговли и мануфактур и Общество фабрикантов и заводчиков, что притягивало предпринимателей со всех уголков страны.

Кроме того, практически только в Иваново-Вознесенске в учебных заведениях готовили специалистов всех направлений для текстильной промышленности: ткачей, прядильщиков, колористов, мастеров цехов, художников по тканям и др.

Вторым по значению городом в регионе был г. Кинешма, получивший название "главные ворота", поскольку, располагаясь на Волге, обладал большим портом, через который завозились необходимые грузы и товары.

В конце XIX в. в регионе сложился своеобразный феномен в демографическом и экономическом плане, который можно назвать "текстильный поселок". Такие поселения появлялись вокруг крупных фабрик. В текстильных поселках за счет средств фабрикантов создавались культурные и социальные учреждения, которых не было в иных городах. Позже эти текстильные поселки по количеству населения и промышленному развитию переросли в полноценные города.

В начале двадцатого века Иваново-Вознесенский регион продолжал развиваться быстрыми темпами, и к 1914 г. на текстильных предприятиях работали 156 тыс. рабочих при населении края 1 млн. 100 тыс. человек [6].

Иваново-Вознесенский край для советской власти имел огромное значение и как Родина первого Совета, и как развитый промышленный регион с большой концентрацией рабочих.

Уже 6-7 декабря 1917 г. на Первом съезде Советов, профсоюзов, фабрично-заводских комитетов, кооперативов, городских и земских самоуправлений Иваново-Вознесенского промышленного района был поставлен вопрос о переделе границ губерний. Было принято решение об образовании Иваново-Кинешемской губернии. 21-24 апреля 1918 г. на Третьем съезде Советов Иваново-Вознесенского района были определены границы новой губернии, а 20 июня 1918 г. является днем рождения Ивановской области, так как в тот день на коллегии

при народном комиссаре по внутренним делам была ратифицирована Иваново-Вознесенская губерния с губернским центром в г. Иваново-Вознесенске.

Все эти преобразования положительно повлияли на развитие промышленного комплекса области. Уже с 1918 г. стали восстанавливаться и запускаться фабрики, не работающие в период переворота и разрухи, наладилось снабжение продуктами питания.

С 14 ноября 1929 г. начинается невиданный подъем области, связанный с тем, что была создана Ивановская промышленная область (ИПО), объединившая Владимирскую, Костромскую и Ярославскую губернии. Население области составляло примерно 1 млн. человек. По объему промышленного производства область отставала только от Московской и Ленинградской областей. На текстильных предприятиях области было сконцентрировано 49% выпуска хлопчатобумажных тканей и 77% – льняных. Область включала в себя такие крупные промышленные города, как Ярославль, Владимир, Кострома, Рыбинск, Ковров и еще 6 городов. Город Иваново-Вознесенск по праву считался третьей столицей СССР.

В это же время начинается строительство новых крупнейших текстильных комбинатов на территории области. С 1925 по 1935 гг. были запущены новые фабрики, среди них "Красная Талка", фабрика им. Дзержинского и др. На эти текстильные предприятия приезжают рабочие со всей страны.

В мае 1928 г. началось, а 7 ноября 1929 г. закончилось в г. Иваново строительство крупнейшего в СССР Меланжевого комбината. В отличие от хлопчатобумажных фабрик, где перерабатывались только хлопковые волокна, комбинат выпускал смешанные ткани из хлопка и вискозно-лавсановых волокон, что позволило значительно расширить ассортимент выпускаемых тканей. Меланжевый комбинат выпускал ткани для спецодежды, костюмные, плащевые, ворсовые, мебельные, декоративные и другие ткани. Это стало возможным благодаря использованию высокотехнологичного оборудования. К сожалению, в 2006 г. Меланжевый комбинат закрылся [1].

ВЫВОДЫ

Еще один период экономического подъема область пережила в 60-е гг. В это время был построен ряд текстильных предприятий, среди них Камвольный комбинат – "флагман текстильной промышленности России", выпускавший более 40 миллионов квадратных метров ткани в год. Комбинат перерабатывал шерстяное и искусственное волокно.

Девяностые годы двадцатого столетия стали неподъемным испытанием для области. Это связано с тем, что перестал существовать Советский Союз и, как следствие, сырьевая база оказалась за границами России, утеряны рынки сбыта, квалифицированные рабочие, вследствие низких доходов, меняли профессии и стали "челноками". Упадок текстильной промышленности повлек за собой кризис химической промышленности и станкостроения.

Моноотраслевая структура региона сыграла негативную роль в период кризиса страны. Закрылись предприятия, люди потеряли работу, градообразующие предприятия перестали выполнять социальные и культурные функции. Появилась импортная дешевая некачественная текстильная продукция на рынке товаров. За это время оборудование не обновлялось, оно морально и физически устаревало.

В последнее время текстильная промышленность Ивановского края начала возрождаться. Вновь появившиеся фабриканты начали вкладывать крупные суммы в производство, закупать технологичное оборудование, чтобы продукция стала конкурентоспособной на рынке.

С каждым годом увеличивается производство тканей, объем производства хлопчатобумажных тканей составляет 80% от выпуска в России. К сожалению, сокращается выпуск льняных тканей, поскольку уменьшаются посевы льна.

Период введения жестких санкций сыграл на руку Ивановской области. Второе дыхание открылось у швейной промышленности, которая специализируется на домашнем текстиле, спецодежде и одежде prêt-à-Porte.

В мае 2020 г. на сессии бизнес-клуба представители швейных и текстильных производств обсуждали будущее Ивановского текстиля. Предприниматели и производители сошлись во мнении, что одним из перспективных направлений является изготовление дизайнерской одежды. Мэр города В. Шарыпов заметил, что в области очень сильная школа молодых дизайнеров, чьи коллекции регулярно занимают призовые места на престижных всероссийских и международных конкурсах.

Первый заместитель главы Администрации Президента РФ Сергей Кириенко, выступая на сессии, посвященной креативной экономике, которая прошла в рамках фестиваля "Таврида ART Moscow" в Москве, заявил: "Иваново традиционно ассоциируется с производством тканей. Но там также динамично развиваются и креативные индустрии. Иваново сегодня может стать российской, а может быть, и мировой столицей современной моды".

ЛИТЕРАТУРА

1. Балдин К.Е. Индустриальное развитие и образовательное пространство провинциального города в конце XIX - начале XX века (на примере Иваново-Вознесенска) // Лабиринт. – 2014, № 1.
2. Конопатов М.В., Савинова М.А., Землянский М.О. Развитие текстильной промышленности России в мануфактурный период и в период кризиса феодально-крепостнической системы. – М., 2011.
3. Конопатов М.В., Савинова М.А., Землянский М.О. Развитие текстильной промышленности России в советский период. – М., 2011.
4. Романова К.Е., Рябова О.Н. Художественный образ в дизайн-проектировании костюма // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 2. С. 110...112.
5. Романова К.Е., Рябова О.Н. Традиции народного костюма в одежде архангельских поморов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 3. С. 75...79.
6. Савинова М.А. История шерстяной промышленности России // Инновации и инвестиции. – 2011, № 1.

REFERENCES

1. Baldin K.E. Industrial'noe razvitiie i obrazovatel'noe prostranstvo provintsial'nogo goroda v kontse

XIX - nachale XX veka (na primere Ivanovo-Voznesenska) // Labirint. – 2014, № 1.

2. Konotopov M.V., Savinova M.A., Zemlyanskiy M.O. Razvitie tekstil'noy promyshlennosti Rossii v manufakturnyy period i v period krizisa feodal'no-krepostnicheskoy sistemy. – M., 2011.

3. Konotopov M.V., Savinova M.A., Zemlyanskiy M.O. Razvitie tekstil'noy promyshlennosti Rossii v sovetkiy period. – M., 2011.

4. Romanova K.E., Ryabova O.N. Khudozhestvennyy obraz v dizayn-proektirovanii kostyuma // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2014, № 2. S. 110...112.

5. Romanova K.E., Ryabova O.N. Traditsii narodnogo kostyuma v odezhde arkhangel'skikh pomorov // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2014, № 3. S. 75...79.

6. Savinova M.A. Istoriya sherstyanoy promyshlennosti Rossii// Innovatsii i investitsii. – 2011, № 1.

Рекомендована кафедрой экономики, управления и финансов. Поступила 19.05.21.

UDC 677.025.54

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_187

MULTICOMPONENT STRUCTURAL AND LOGICAL MODEL OF INNOVATIVE MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION AND THE MECHANISMS FOR ITS IMPLEMENTATION

МНОГОКОМПОНЕНТНАЯ СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИННОВАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ И МЕХАНИЗМЫ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Y. ISMADIYAROV¹, L. NABIULINA¹, M. MATNAZAROVA², R. MULAХMETOV¹,
U. SULEIMENOVA³, A. SATIMBEKOVA³

Я. ИСМАДИЯРОВ¹, Л. НАБИУЛИНА¹, М. МАТНАЗАРОВА², Р. МУЛЛАХМЕТОВ¹,
У. СУЛЕЙМЕНОВА³, А. САТЫМБЕКОВА³

¹Ташкентский государственный педагогический университет имени Низами,
Республика Узбекистан,

²Головной научно-методический центр, Республика Узбекистан,

³Университет Дружбы народов имени академика А.Куатбекова, Республика Казахстан)

(¹Tashkent State Pedagogical University named after Nizami, Republic of Uzbekistan,

²Head Scientific and Methodological Center, Republic of Uzbekistan,

³University of Friendship of Peoples after Academician A.Kuatbekov, Republic of Kazakhstan)

E-mail: j.ismadiyarov@mail.ru

Improving the mechanisms for the formation of innovative management in the system of higher pedagogical education. To achieve the goal and the implementation of the tasks, a set of the following theoretical and empirical methods was used: analysis of scientific literature; expert review; questioning; analysis of documents; statistical methods for processing empirical information. The multicomponent structural and logical model has been improved, aimed at the development of managerial activities of leading personnel of higher educational institutions on the basis of a mechanism for giving priority to the requirements for the quality of training in the field of education.

Рассмотрено совершенствование механизмов формирования инновационного менеджмента в системе высшего педагогического образования. Для достижения цели и выполнения поставленных задач использовался комплекс следующих теоретических и эмпирических методов: анализ научной литературы; экспертная оценка; опрос; анализ документов; статистические методы обработки эмпирической информации. Доработана многокомпонентная структурно-логическая модель, направленная на развитие управленческой деятельности руководящих кадров высших учебных заведений на основе механизма приоритета требований к качеству подготовки в сфере образования.

Keywords: innovation management, education manager, innovation.

Ключевые слова: управление инновациями, менеджер образования, инновации.

Dynamic changes in modern society, increasing the role of the individual as the main social value, determine the structure of teacher training aimed at the implementation of all stages of lifelong education, taking into account the professional needs of the individual.

In the process of improving the higher education system, functioning internal innovation processes are a factor that determines the development technique of the education system itself, as well as its subjects as a whole.

Improving the system of higher education in order to achieve its qualitative conformity with the prospects for the development of the country and the entire system of lifelong education of the Republic of Uzbekistan requires both scientific and methodological and organizational and methodological support of innovative transformations in the educational process. In this regard, along with substantive changes, organizational and structural improvements in the system of training pedagogical personnel are also necessary, as well as a targeted search for updated techniques at all stages of this work.

Innovations reflecting the development of each higher educational institution are carried out either through experiments, or by adapting and transferring relevant experience. Based on this, today it is very important to generalize innovative technologies, ensure the accessibility of information received to all higher educational institutions on the progress and results of ongoing research, and determine ways to implement the continuity between traditions and

innovations. Therefore, it can be argued that during the period of innovative development of a higher educational institution, a new function of governing bodies appears - organizational and methodological support for the success of the introduction and dissemination of various types of innovations.

In addition, the results of the analysis of the formation and development of managerial skills indicate that the ability to effectively and efficiently implement the relevant innovations by education managers is one of the requirements for the preparedness of an effective reserve of managerial personnel of higher and secondary special, professional educational institutions.

In connection with the foregoing, an effective model of innovative management in the higher education system was developed. This model corresponds to modern ideas about it as a system and hierarchy of interconnected and interdependent components that adequately reflect the studied innovative management.

In the context of the raised problem, this approach involves the selection of the following structural components in the model:

- target;
- informative;
- active;
- informational;
- final.

The above components of the model are implemented through innovative management technologies and various forms and types of management actions, during which the expect-

ted result of innovative management is achieved.

The target component (using the technology of managerial modeling, analysis of experience, resource problems of a higher educational institution and the development of educational work) is the first and main. As mentioned above, this component has a close relationship with other structural components of the model. At the same time, it determines the structure, as well as the content, determines the main and particular goals of the expected results, reflecting, first of all, the quality training of a qualified, competitive specialist who is able to optimally adapt to new conditions (Fig. 1 – structural-logical diagram of the model of innovative management of higher education system).

As part of the target component, the following main tasks are identified:

- Creation and development of an optimal innovative environment in the higher education system;
- management optimization in accordance with modern features of the development of higher education;
- development of innovative development strategies taking into account the existing specifics of the higher education system.

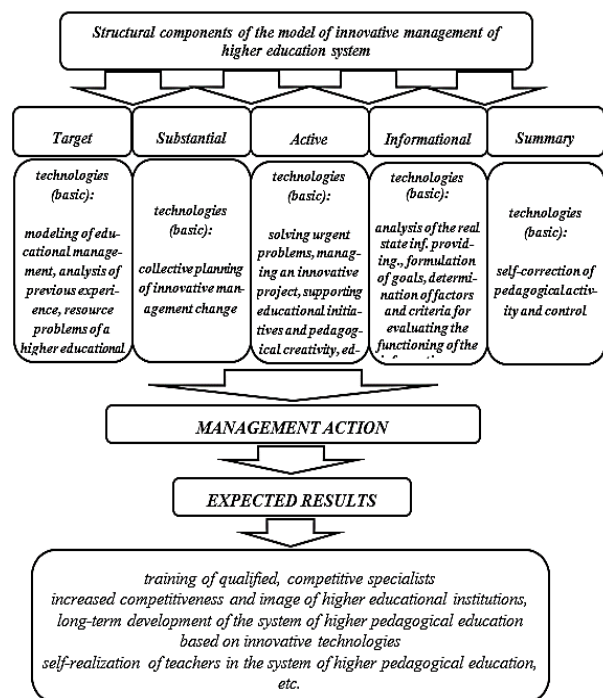


Fig. 1

The creation and implementation of the model of innovative management of the higher education system provides for the following important principles:

- the principle of scientific innovation development (provides for fundamental, theoretically substantiated provisions on innovative development);
- The principle of innovativeness of the management process (characterized by the focus on the constant updating of the management process as a result of the application of innovative technologies, structurally functional improvement, encouraging initiative and innovation);
- the principle of prestige in a competitive environment (provides for a continuous increase in the effectiveness of the educational process aimed at training highly qualified personnel, the systematic participation of the team in the innovation process);
- The principle of motivation of innovative activity (characterized by systematic stimulation of a complex long-term innovation process, providing conditions for experimental activities of teachers, support for innovative teachers, stimulation of innovative initiatives);
- The principle of individual and collective responsibility for the implementation of innovative technologies (combined with the principles in educational management, provides for the personal functional responsibility of the participants in the educational process for their share in innovative activities, delegation of authority for the implementation of innovative activities).

At the same time, the introduction of the model of innovative management of the higher education system involves the use of the following managerial innovative technologies:

- technologies for solving urgent problems;
- technologies for managing an innovative project;
- technologies of collective planning;
- technologies for the long-term development of a basic innovative idea;
- technology support for educational initiatives and pedagogical creativity;
- management modeling technologies;
- technologies for self-correction of pedagogical activity;

- technology educational games;
- technologies for the development of educational work;
- technologies of organized innovative change of management states;
- technology analysis of experience, resource problems of a higher educational institution.

In order to determine the effectiveness of the prepared model of innovative management of the higher education system, an empirical study was conducted, in which 437 respondents participated, from among students, teachers, and education managers, both male and female, who carry out their activities in the higher education system.

To create conditions for adequate comparability of the obtained results, two groups were formed:

- an experimental group of 232 respondents;
- a control group of 205 respondents.

Needless empirical research was conducted within one year, during which the entire sample (n = 437, experimental and control groups) was evaluated according to the worked out evaluation criteria of innovative management higher education system through a repeated anonymous survey on specially designed questionnaires, as well as analysis of relevant documents, observation and selective conversations before the start of an empirical study, during its conduct and at the end of ongoing work.

The development of empirical research questionnaires was based on the criteria for evaluating innovation management, taking into account the use of the twelve point scale of the semantic differential. The analysis of the documents was carried out by familiarizing ourselves with the official documentation and evaluating the innovation management according to the criteria developed according to a pre-prepared registration form providing for twelve point scales. Evaluation of the results of observation of the educational process, selective conversations was also based on indicators of the innovation management criterion according to the developed observation form and selective conversations providing for twelve point scales. All this made it possible to digitally summarize the results, which signifi-

cantly facilitated the analysis process, taking into account the application of statistical criteria.

In addition, the above approach to the organization and conduct of this empirical study made it possible not only to determine the final result of the effectiveness of the prepared model, but also to monitor the dynamics of the changes as a result of ongoing work on the optimization and development of innovative management.

The results of the survey before the start of the empirical study showed that the main composition of the respondents, both the experimental (97.4%, 226 people) and the control groups (97.5%, 200 people) had a basic level of innovation management development (Fig. 2 – the results of a survey to assess the level of development before the implementation of the innovation management model (n = 437)).

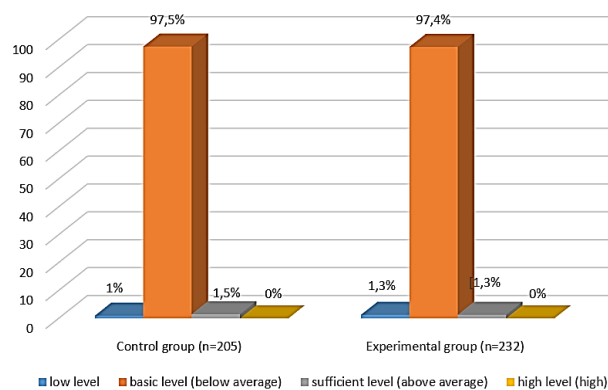


Fig. 2

In these groups, there was a relatively sufficient staffing of teaching staff, which made it possible to organize the educational process that partially corresponded to the requirements.

Certain conditions were created for the organization of innovation. At the same time, the planning and support of innovations was carried out at an insufficient level. In this regard, there were significant difficulties in the practical application of innovative technologies.

The above are confirmed by the results of the analysis of official documents, observations and selective conversations conducted before the introduction of the innovation management model. Thus, the effectiveness of innovative management in the control (average

score - 5 points) and experimental (average score - 5 points) groups before the introduction of the innovation management model was almost identical and was evaluated at a lower average level, which corresponds to the so-called basic level of development.

A survey of respondents after six months of targeted application of the innovation management model showed that in the control group, the indicator of innovation management effectiveness remained almost unchanged (baseline - 98.5 %, 202 people), in contrast to the experimental group, where this indicator grew to a sufficient level (above the average level - 84.9 %, 197 people) (Fig. 3 – according to estimates the survey results is, the level of six months after the introduction of innovative management model (n = 437)).

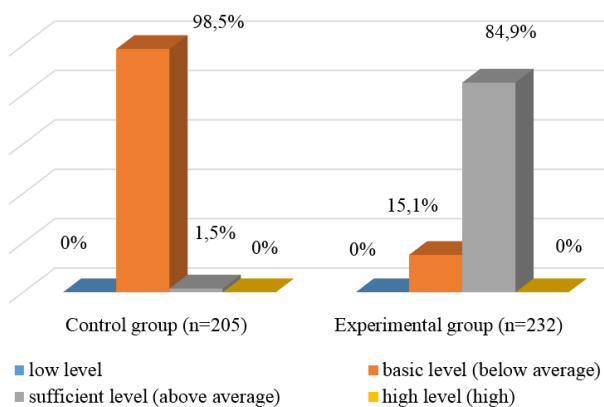


Fig. 3

Organization of the proper conditions for innovation, planning and support of innovations has acquired a systemic nature, in this regard; the practical use of innovative technologies has become relatively stable.

Like the previous assessments, the above conclusions are confirmed by the results of the analysis of official documents, observations and selective conversations conducted after six months of application of the innovation management model. Thus, the effectiveness of innovative management in the control group remained virtually unchanged (average score - 5 points), and in the experimental group, as a result of the work carried out, it rose to above the average level (average score - 7 points), which corresponds to the so-called sufficient level of development.

The results of the survey after one year of the introduction of the innovation management model in the educational process showed that in the control group the level of innovation management effectiveness did not undergo significant changes and remained mainly at the basic level (below the average level - 98.5 %, 202 people). At the same time, this indicator in the experimental group strengthened at a sufficient level (above average - 81.9 %, 190 people), and also partially increased to a high level (high level - 18.1 %, 42 people), creating a solid foundation for further dynamic development (Fig. 4 – the results of a survey to assess the level of development after one year after the introduction of the innovation management model (n = 437)).

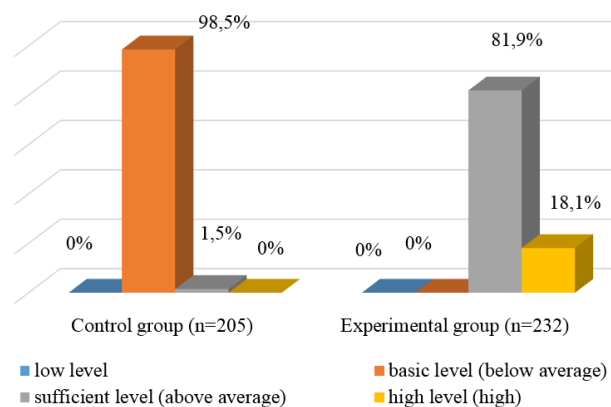


Fig. 4

In the experimental group, as a result of the work, the content and organization of the educational process almost completely began to meet the requirements of the modern labor market, taking into account the active use of innovative technologies, the quality of learning material for students increased significantly. Work with successful students has acquired an established character, which in turn has allowed to achieve the desired result. In addition, participants in the educational process of the experimental group, as a rule, achieved a more sustainable need and ability to innovate. The created proper conditions for the organization of innovative activity made it possible to carry out more efficient planning and support of innovations, in this regard, the practical application of innovative technologies has gained sus-

tainable stability, innovative activity and development prospects have been traced.

At the same time, the importance of the achieved indicators is also explained by the role of internal and external motives for the activity of the object of the educational process, which produces a certain influence on the behavior of students, teachers, direct their activities in the direction necessary for the educational process, regulate the intensity of pedagogical activity and its results, encourage to show good faith, perseverance, diligence.

All the above conclusions are confirmed by the results of the analysis of educational and normative documents, observations and selective conversations conducted after one year after the introduction of the innovation management model. In turn, the effectiveness of innovative management in the control group remained stable unchanged (5 points), and in the experimental group, as a result of work carried out for one year, it rose to above the average level (9 points), which corresponds to the so-called sufficient level of development and is very promising for achieving a sustainable high level of development (10-12 points).

The above highlighted dynamics of the educational process, as a result of the practical application of the innovation management model, clearly demonstrates significant positive changes in the experimental group and the almost low level of control development, which remained unchanged for one year (Fig. 5 – the dynamics of the development of innovation management effectiveness in comparison groups (n = 437)).

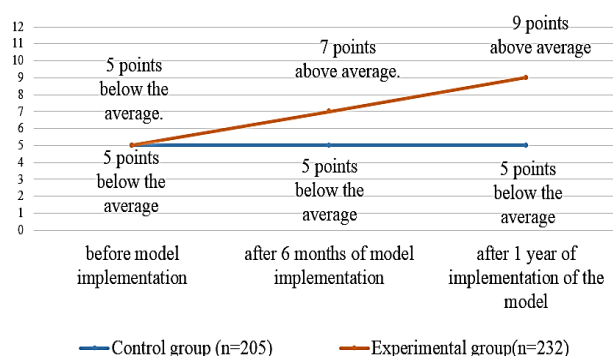


Fig. 5

In addition, the revealed significant changes in the dynamics of the development of

the experimental group and the persistently low level of development of the control group are also confirmed statistically. Thus, the conducted correlation analysis shows that there was no significant correlation between the signs “names of comparison groups” and “the effectiveness of innovative management before the introduction of the model” ($r = 0.039$ at $p < 0.050$). At the same time, after the introduction of the prepared model, as a result of the practical application of innovative technologies, between the signs “names of comparison groups” and “the effectiveness of innovative management after six months of implementation of the model” a significant positive correlation appeared ($r = 0.86$ at $p < 0.050$) and increased after one year of operation of the prepared model ($r = 0.87$ at $p < 0.050$).

In order to ensure the quality of educational processes through practical implementation of the model of innovative contact management prepared appropriate guidelines, which are designed and can be used, above all, managers of education and teaching staff engaged in seeking and innovation processes in higher education.

Innovation management begins with the creation and implementation of a system of self-education that provides theoretical and practical training for the implementation of innovative processes [5]. The theoretical basis of the education manager engaged in innovative management activities should include:

- theoretical developments on the basics of innovation management;
- Theories of educational management and innovative educational management;
- the basics of pedagogical innovation;
- regularities of the flow of innovative processes formulated by researchers at different stages of their development (the law of irreversible destabilization of the pedagogical environment, the law of the mandatory implementation of the educational process, the law of stereotyping of pedagogical innovations and the laws characterizing the management of innovative processes in the educational process;
- the feasibility of innovative management (focus on the specifics of the educational process, the needs and capabilities of their participants);

- strategic (focus on development and its compliance with the requirements of the future, the needs of the labor market, the development of education, the economy, the state);

- components of innovative management, which are philosophical, motivational, creative, reflective, technological components.

A mandatory requirement is that for the implementation of innovative processes, the education manager must form a management team and choose the appropriate management style. By management style we understand the forms and methods of management that are implemented in relations with participants in the educational process. The concept of “management style” in its content defines the means of influence of the manager on individuals or groups of people, directing their activities to achieve the goal of the educational process.

In this case, one should take into account the position of scientists who distinguish two categories of management styles:

- task-oriented management;
- HR management.

Personnel-oriented management reproduces a personality-oriented approach to management and creates favorable conditions for creative work and uses methods such as delegation of authority, motivation and communication to regulate interpersonal relations in a team [6], [9], [10]. Naturally, when introducing innovations into managerial practice, a combination of both categories of management is necessary, due to which certain goals of innovation are achieved by combining strict adherence to the planning, organization, control and implementation of a personality-oriented approach and functions defined as specific for the implementation of innovation management.

The result of the introduction of managerial innovative technologies by managers is:

- the solution of those pedagogical problems that have so far been resolved differently;
- finding original non-standard solutions to various pedagogical problems;
- relevant, significant and systemic neoplasms arising from the implementation of initiatives and innovations that become promising in the educational process [7].

Based on the study of theoretical sources, scientific and practical materials, preparation of a model of innovative management and analysis of its effectiveness, the general rules for effective innovative management of the higher education system have been developed [2], [3]:

1. Integration of all innovative tasks into a single innovative concept in the form of a fundamental basis for the growth of competitiveness. It means that:

- the entire teaching staff is aware and understands the accepted innovative concept of development and supports it;

- all units effectively interact and develop in a coordinated manner within the framework of a certain concept;

- Innovative processes, primarily focused on the training of highly qualified specialists in the modern labor market.

2. Creating and stimulating a productive innovation climate.

3. Development and implementation of innovative projects.

4. Preparation and promotion of innovative developments in the market of educational services.

5. Ensuring the effectiveness and efficiency of innovation processes.

For the effective application of innovative technologies in the management of innovative projects in higher education, we consider it advisable for the education manager, as the subject of design, to adhere to the following recommendations:

- have basic knowledge of the theoretical foundations of planning, design technologies;

- have a clear idea of their place and role in the design;

- have a targeted focus on their project activities;

- act within their competence;

- carry out general project management;

- actively interact with senior management bodies, consultants, experts;

- comprehensively analyze the situation, the logic of its development;

- form a team of designers;

- determine the degree of importance of the decision in time (urgent, strategic) to be able to

work in a team, coordinate the activities of team members;

- provide the project team with information, qualified instructions, tasks;
- monitor design work;
- evaluate the results of design work.

In order to effectively organize the training of education managers, based on the study of scientific literature and practical materials, we have prepared relevant recommendations. So, at the level of functioning of scientific and methodological units, it is necessary:

- introduce a system of measures to motivate innovative activities of education managers (promotion of promising experience, creative portraits of innovative managers, information on the progress of innovation in the education system, international experience in this direction, etc.);

- organize informational support of innovative activities of education managers (creation of a bank of pedagogical ideas, educational innovations, best practices, etc.);

- implement a system of events (workshops, conferences, trainings, scientific and methodological recommendations, etc.) to develop the skills of pedagogical reflection of one's own experience, highlighting the main pedagogical ideas, creative novelty, effectiveness, and features of managerial innovative technologies);

- develop diagnostic and prognostic activities to identify creatively working education managers who want and are predisposed to innovative activities;

- send education managers to further training for the development of methodological knowledge, managerial skills;

- to promote and encourage the implementation of an introspection of readiness for innovative activities, self-esteem and self-correction (identifying the characteristics of their own management technology, innovative potential);

- conduct training on issues of innovative management, theory and management methodology;

- provide organizational and coordinating activities through the creation of differentiated creative groups for education managers seek-

ing to manage the institution on the basis of innovative technologies;

- provide advice on the methodology for identifying problems, formulating a managerial task and choosing innovative technologies;

- organize assistance to education managers in developing a program for the implementation of managerial innovative technologies;

- ensure the creation of a favorable psychological climate for the activities of innovative managers, as well as the stimulation of innovative search (scientific and methodological support, presentation of experience, coverage of intermediate results in methodological publications);

- create conditions for consolidating the results of the innovative activities of education managers (ensuring links between creative groups of education managers and scientists, coordination of innovative and experimental work);

- include expert examination of materials on which the manager-innovator, various teams carry out innovative management activities, as well as studying the practical results of innovative management and examination of innovations that arise as a result of the activities of innovative managers [1], [4], [8].

REFERENCES

1. *Baltyan V.* Training - a condition for the innovative development of the national technological base // Higher Education in Russia. – № 12, 2007. P.19...24.
2. *Ismadiyarov Y.* The specifics of the professional activity of the manager-innovator in education // International Journal of Academic Research and Reflection. – 7 (6), 2019. P. 20...23.
3. *Ismadiyarov Y.* Theoretical preconditions of innovative management in higher education // International Journal of Academic Research and Reflection. – 7 (6), 2019. P.56...64.
4. *Lozova V.I.* Formation of pedagogical competence of teachers of higher educational institutions // Pedagogical training of teachers of higher educational institutions: Mater. scientific and practical. conf. – Kharkov, 2002. P. 3...8.
5. *Nabiulina L.* (2019). Innovative technologies in education and using them for information technology teaching // International Journal of Academic Research and Reflection. – 7 (6), 2019. P.24...29.
6. *Rosenzweig A.* On innovations in the education system // Higher Education in Russia. – № 8, 2008. P.88...92.

7. *Solodukhin K.S.* An innovative approach to choosing a strategy for interaction between a university and its stakeholders // *Economic Sciences*. – № 1, 2009. P. 140...145.

8. *Stepanov S.Yu., Varlamova E.P.* Reflexive-innovative approach in training management personnel // *Issues. psychology*. – № 1, 2005. P. 60...68.

9. *Trifonova S.* Innovative educational route // *Higher education in Russia*. – №4, 2008. P. 155...158.

10. *Shakirov R.R.* Problems of formation and development of managerial culture of managers in the field of education // *Higher education today*. – №2, 2009. P.16...18.

Рекомендована Ученым советом ТИТЛП. Поступила 04.06.21.

УДК 7.01:687.016

DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_195

**РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ ДОМА CARTIER
ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ СОВРЕМЕННОГО ИСКУССТВА:
ОТ АРХИТЕКТУРЫ ДО ДИЗАЙНА КОСТЮМА***

**REPRESENTATION OF THE CARTIER HOUSE
THROUGH THE PRISM OF MODERN ART:
FROM ARCHITECTURE TO COSTUME DESIGN**

В.А. БЛИНИЧЕВА, С.М. ВАНЬКОВИЧ

V.A. BLINICHEVA, S.M. VANKOVICH

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)

(Saint-Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)

E-mail: valeriablinicheva@gmail.com

Данная статья посвящена изучению меценатской деятельности ювелирного дома Cartier и созданного на его основе Fondation Cartier pour l'art contemporain в области актуального искусства. Особое внимание уделено систематизации и исследованию реализованных выставочных проектов музея Cartier с ведущими современными художниками, скульпторами, архитекторами и дизайнерами костюма и текстиля.

This article is devoted to the study of the patronage of the Cartier jewelry house and the Fondation Cartier pour l'art contemporain created on its basis in the field of contemporary art. Special attention is paid to the systematization and research of the implemented exhibition projects of the Cartier Museum with leading contemporary artists, sculptors, architects and costume and textile designers.

Ключевые слова: художественная репрезентация, актуальное искусство, выставочные проекты, дизайнеры костюма и текстиля.

Keywords: artistic representation, actual art, exhibition projects, costume and textile designers.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-312-90054.

* Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 19-312-90054.

Ювелирный дом Cartier и созданный на его основе Фонд поддержки современного искусства Cartier (далее Фонд Cartier) по праву является одним из ведущих меценатов Франции в области искусства. Собрание Фонда, основанного в 1984 году, насчитывает более полутора тысяч произведений: живопись и графика, скульптурные группы, фото и видео-арт, а также инсталляции [1]. Важно отметить, что вся коллекция Фонда состоит исключительно из произведений актуального искусства второй половины XX - начала XXI вв. Многие экспонаты были созданы молодыми художниками специально для Фонда, но основой коллекции являются произведения искусства шестидесятих годов прошлого века [2].

Целью данной научной статьи является всестороннее изучение опыта художественной репрезентации компании Cartier через призму их выставочной и меценатской деятельности. Мы обратились к систематизации и анализу курируемых проектов и представлению творческих коллабораций компании с деятелями современного искусства.

Задачи исследования можно сформулировать следующим образом:

- рассмотреть все реализованные проекты Фонда Cartier с 1985 по 2020 гг., объединить их в тематические группы, систематизировать и проанализировать;

- обратить особое внимание на периоды деятельности Фонда Cartier с 1985 по 1989 гг. и с 2016 по 2020 гг. с целью сравнения изменения политики кураторского поведения компании в начале работы и на современном этапе.

Так, с 1985 г. Фондом Cartier было организовано 160 групповых и персональных художественных выставок, реализованы различные проекты из смежных областей искусства и науки [3].

Представленные выставки можно тематически разделить по видам и жанрам:

- станковая живопись и графика;
- монументальная живопись;
- скульптура;
- архитектурный и средовой дизайн;
- дизайн костюма и аксессуаров;
- ювелирное искусство;

- инсталляция;
- фотоискусство;
- видео-арт.

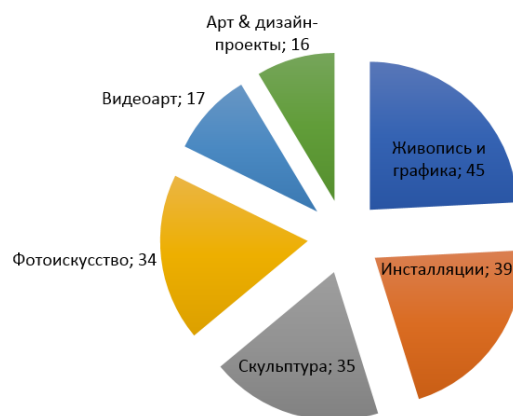


Рис. 1

Качественный и количественный анализ всех реализованных проектов показывает, что преимущественное внимание Фонда было направлено на такие области, как живопись и графика (45), объектные и мультимедийные инсталляции (39), скульптура (35) и фотоискусство (34). Также внимание уделялось видео-арту (17), дизайн-проектам в различных отраслях (16) и монументальному искусству (13) [3] (рис. 1). Следует отметить, что за все время была организована всего одна выставка, посвященная ювелирному искусству – непосредственной деятельности компании Cartier. Фонд регулярно обращался к уже экспонировавшимся ранее работам, выполненным художниками специально для собственной коллекции Cartier.

Проведя общий анализ проектов Фонда Cartier, мы обратились к их частному сравнению. Мы пришли к выводу, что для читателей настоящего журнала особый интерес могут представлять следующие экспозиции.

Так, в 1985 г. проходила выставка "Жизнь в цвете", объединившая работы молодых французских предметных дизайнеров, разработавших мебель специально для интерьеров парижской штаб-квартиры Фонда. Она была призвана "...продемонстрировать новое лицо французского дизайнера 80-х"[1]. В 1985 г. состоялась также групповая выставка живописи, объединен-

ная темой окружающей среды и экологии, два проекта, демонстрирующие идеи нового постмодернистского взгляда на скульптуру, архитектуру а также экспозиция достижений современного парфюмерного искусства.

В 1986 г. в рамках инициативы Cartier по привлечению внимания к проблемам современного искусства в стенах Фонда прошли первые Свободные мастерские. В первом случае шестнадцать художников были приглашены для создания живописных произведений в собственном уникальном стиле, а во втором – шесть творцов особым образом деконструировали интерьер Фонда, помещая в него различные по масштабу и образности скульптурные группы. Авторам была предоставлена полная творческая свобода. В том же году проходила первая фотовыставка масштабированных репродукций полароидных снимков канадского фотохудожника Эвергона в рамках Месяца фотографии, персональная выставка монументальных скульптур позднего периода творчества Сезара, масштабный проект, посвященный визуальному искусству и культуре 1960-х гг. В это же время была организована ретроспектива фото- и скульптурных работ участника движения Новый реализм Реймонда Хайнса и выставка работ послевоенных испанских художников при экономической поддержке мадридского Фонда Fundación Caja de Pensiones.

1987 г. ознаменовался сразу пятью персональными выставками. Свои работы в стенах Фонда в разное время представили художники-постмодернисты Доминик Готье, Франсуа Буаронд, Ширли Джафф, Иан Гамильтон Финлэй и Эммануэль Перье. Преобладающим направлением большинства проектов 1987 г. стал абстрактный экспрессионизм второй волны. Кульминацией этого периода являлась групповая выставка художников-экспрессионистов, в которой работы молодых французских авторов были показаны вместе с масштабными произведениями звезд американского абстрактного искусства, включая Стивена Поллока. Еще одним необычным проектом, над которым работала группа авторов, стал

"Оммаж Феррари". Каждый из авторов представил свое видение того, как превратить знаменитый автомобиль в арт-объект, демонстрируя его в музейном пространстве.

В 1988 г. в Фонде Cartier впервые была организована выставка аксессуаров, созданная на стыке дизайна костюма и искусства и посвященная работам дизайнера и художника Филиппа Моделя. Параллельно с этим, при поддержке Французского Института Моды, Фондом была организована выставка работ шести талантливых молодых дизайнеров, работы которых консолидированно отбирались двумя организациями из ста конкурсных проектов. С этого времени постоянной становится практика организации Ateliers en liberté, особой выставки, подготовка которой основывается на полной творческой свободе преимущественно молодых участников. Главное условие для молодых художников заключалось в создании принципиально нового произведения, никогда и нигде до этого проекта не экспонировавшегося. В период с марта по апрель 1988 г. в рамках года Дании во Франции Фондом Cartier совместно с пятнадцатью датскими художниками был реализован масштабный интернациональный проект, посвященный современному скандинавскому искусству и интеграции культурных и художественных процессов двух стран. В том же году Фонд Cartier представил инновационные работы девятнадцати дизайнеров мебели, живущих во Франции. Основой всех объектов, представленных на выставке, стал принципиально новый материал – древесноволокнистые плиты средней плотности (МДФ). Основа последующего ироничного и новаторского подхода к атрибуции искусства была заложена в концепции выставки "Vraiment Faux", посвященной проблеме подделок в искусстве, самотиражированию и цитациям в постмодернизме. В этом же году была организована персональная выставка работ художника-гиперманьериста Жерара Гаруста, переосмыслившего в своих монументальных фресках сюжет Божественной Комедии Данте Алигьери.

1989 г. начался для Фонда Cartier с масштабной инсталляцией Джуди Бартолани и Клода Кайоля, занявшей всю территорию выставочного пространства. Дуэт художников стремился продемонстрировать хрупкость саморепрезентации творца в современном обществе, желание представителей арт-сферы быть услышанными и готовность к диалогу со зрителем. К 150-летней истории искусства фотографии кураторы Фонда Cartier подготовили обширную выставку, демонстрирующую исключительно собственную коллекцию фоторабот Фонда, начало которой было положено в 1984 г. С апреля по май 1989 г. в Фонде проходила выставка-ретроспектива работ Йохена Герца, одного из идеологов партиципаторного искусства, объединяющая такие области творчества автора, как фотографию, тексты, инсталляцию и видео-арт. Завершала декаду экспозиция, посвященная особенностям развития французского искусства в 80-х гг. XX века.

Далее мы обратились к изучению современных проектов Фонда Cartier, организованных в период с 2016 по 2020 гг. включительно. Одним из главных событий 2016 г. стала ретроспектива работ известного фотохудожника латиноамериканского происхождения Фернелла Франко. Эта выставка из 140 работ, ставших отражением мультикультурализма и плюрализма в художественных процессах последней четверти XX века, охватила период его творчества с 1970 по 1996 гг. Следующим проектом, посвященным фотографии, представляется выставка работ одного из крупнейших японских фотохудожников современности Дайдо Морийамы. В соответствии с устоявшейся практикой Фонда последних десятилетий Морийама создал специально для коллекции Фонда иммерсивную многоэкранную проекцию черно-белых фотографий, погружающих зрителей в атмосферу современного Токио, запечатлевая фрагменты повседневной жизни, архитектуры и их непрерывной трансформации. Финальным проектом сезона стал "The Great Animal Orchestra", вдохновленный творчеством американского музыканта и биоакус-

тика Берни Краузе. Уникальная экспозиция объединила работы художников со всего мира в формате визуально-звуковой инсталляции, полностью погрузив зрителей в атмосферу творчества Краузе.

В 2017 г., спустя тридцать лет после масштабного проекта "Оммаж Феррари", Фонд Cartier вернулся к теме автомобилей в искусстве, на этот раз посвятив им выставку "Автофото". Второй выставкой года стала ретроспектива малийского фотографа Малика Сидибэ, значимого исследователя расцвета поп-культуры 1960-х в Мали, на время которого пришлись значимые политические и социальные перемены в этой стране.

В 2018 г. Фонд Cartier организовал групповую выставку более чем семидесяти современных латиноамериканских художников из разных регионов, работы которых были подчинены теме цветового и стилистического разнообразия геометрической абстракции в живописи и прикладном искусстве стран Южной Америки. В том же году Фонд Cartier представил публике экспозицию, посвященную японскому архитектору Юни Ишигами, состоявшую из серии крупномасштабных архитектурных моделей, видео- и рисунков, документирующих разные этапы творческого процесса Ишигами.

Главным проектом 2019 г. стала выставка Метаморфозы, которой предшествовал долгий подготовительный этап. На протяжении года команда Фонда Cartier отбирала молодых художников 1980-1994 гг. рождения из более чем двух тысяч кандидатов двадцати девяти стран мира. В результате для творческого проекта был выбран двадцать один участник. Критерием отбора являлись оригинальные и самые разные способы самовыражения художников в своих конкурсных работах, среди которых была живопись, скульптура, мода, дизайн и видео-арт. Для большинства участников выставка стала первым серьезным международным мероприятием в их карьере.

Другой проект 2019 г. "Деревья" объединил сообщества художников, ботаников и философов с целью проведения междис-

циплинарного анализа и творческой интерпретации взаимодействия человека с природой на протяжении тысячелетий.

Последней на момент подготовки и написания данного исследования (2020 год) стала крупнейшая выставка фотохудожницы Клаудии Андухар, посвятившей более пятидесяти лет фотографированию, сохранению и защите представителей яномами, одной из крупнейших групп коренного населения Бразилии. Проект объединил более ста ее графических работ, фотографий и аудио-инсталляцию "Геноцид яномами".

Анализ проводимых фондом Cartier проектов в первые (1985-1989 гг.) и, на данный момент, в последние пять лет работы, наглядно продемонстрировал, что в начале деятельности наибольшее внимание уделялось персональным и групповым выставкам постмодернистского искусства, преимущественно живописи и скульптуре. В своей современной деятельности (2016-2020 гг.) Фонд чаще всего обращал пристальное внимание на инсталляции и ретроспективы, посвященные фотографии. Однако, акцентируя в разное время внимание на тех или иных предпочтениях, неизменными критериями для Фонда Cartier во все периоды существования оставались: приверженность политике мультикультурализма в искусстве, пристальное внимание к социальным аспектам жизни общества и развитие творческого потенциала современных молодых художников и дизайнеров.

Основываясь на результатах данной работы, мы также отмечаем важность привлечения внимания к таланту молодых отече-

ственных творцов и оказание им всесторонней поддержки. В ходе подготовки данной статьи, особый интерес вызвала благотворительная проектная деятельность коллектива кафедры Дизайна костюма и текстиля им. Н.Г. Мизоновой Ивановского государственного политехнического университета. Занятия по рисунку и живописи для молодых инвалидов и детей с проблемой аутизма, проводимые в клубе "Грани", а также организация авторских проектов и выставок студентов кафедры могут являться наглядным примером отечественной практики по поддержке юношества в сферах искусства, дизайна костюма и текстиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fondation Cartier // Fondation Cartier Collection <https://www.fondationcartier.com/en/collection> (дата обращения: 26.01.2021).
2. Fondation Cartier // History and Mission <https://www.fondationcartier.com/en/history-and-mission/philanthropy> (дата обращения: 26.01.2021).
3. Fondation Cartier // Fondation Cartier Exhibition Archives <https://www.fondation-cartier.com/en/exhibition/archives> (дата обращения: 26.01.2021).

REFERENCES

1. Fondation Cartier // Fondation Cartier Collection <https://www.fondationcartier.com/en/collection> (дата обращения: 26.01.2021).
2. Fondation Cartier // History and Mission <https://www.fondationcartier.com/en/history-and-mission/philanthropy> (дата обращения: 26.01.2021).
3. Fondation Cartier // Fondation Cartier Exhibition Archives <https://www.fondation-cartier.com/en/exhibition/archives> (дата обращения: 26.01.2021).

Рекомендована кафедрой истории и теории искусства. Поступила 20.05.21.

**К 150-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ОСНОВАТЕЛЯ ТЕОРИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Н.А. ВАСИЛЬЕВА**

**TO THE 150th ANNIVERSARY FROM BIRTH
OF FOUNDER OF THE THEORY OF TEXTILE TECHNOLOGY N.A. VASILIEV**

А.Ф. ПЛЕХАНОВ

A.F. PLEKHANOV

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: plekhanov-af@rguk.ru

Рассмотрены биографические и библиографические сведения и научно-методическое наследие одного из основоположников теории текстильных технологий профессора Н. А. Васильева.

Biographical & bibliographical information is presented. The scientific and methodological heritage of the founder of the theory of textile technology, Professor N.A. Vasiliev is examined.

Ключевые слова: прядение, чесание, хлопок, шерсть, лен, волокна, технология, механическая технология, волокнистые материалы, ткань, текстиль.

Keywords: spinning, carding, cotton, wool, linen, fibers, technology, mechanical technology, fiber materials, fabrics, textile.

24 июня, а по старому стилю 12 июня, 1871 года в городе Подольске Московской губернии в семье мещанского сословия родился будущий основоположник теоретических исследований процессов технологии текстильного производства – Николай Алексеевич Васильев [1, с. 54].

В 1882 году Н.А. Васильев поступил и в июне 1886 года в возрасте 15 лет с отличием окончил основное отделение Пензенского реального училища с математическим уклоном, пройдя полный курс подготовки для поступления в вузы. Николай Алексеевич был старшим ребенком в семье и был вынужден давать частные уроки [2, с.117].

С августа 1888 по июнь 1889 гг. Н.А. Васильев учился и окончил дополнительный класс химико-технологического отделения Частного реального училища К.К. Мазинга

в Москве, ныне это московская школа с математическим уклоном № 57 Хамовнического района, по-прежнему входящая в число лучших школ города.

С сентября 1889 по май 1896 гг. Николай Алексеевич Васильев – студент инженерно-технического отделения Императорского московского высшего технического училища. В нем с 1886 года, как экстраординарный профессор, на кафедре прикладной механики преподавал гидродинамику, а с 1887 года стал штатным профессором аналитической химии. Вероятно, от прослушанного у профессора Н.Е. Жуковского курса практической механики Н.А. Васильев публикует одну из своих работ "Натяжение и фигура нити на ватер-машине" [3], [4].

С 1896 по 1899 гг. Н.А. Васильев по распределению работает мастером на Ярославской Большой мануфактуре, где знако-

мится и проводит совместные исследования с работающим там с 1892 года техническим директором фабрики, будущим профессором С.А. Федоровым. Одним из директоров правления мануфактуры являлся Н.В. Игумнов [5, с. 402...404,749], построивший особняк на улице Большая Якиманка в Москве, ныне занимаемый посольством Франции.

С 1900 по 1904 гг. Н.А. Васильев читал курс "Механической технологии волокнистых веществ" в Харьковском технологическом институте. Это учебное заведение было основано ученым-механиком, заслуженным профессором В.Л. Кирпичевым, и занимало второе место среди вузов Российской империи, после Санкт-Петербургского практического технологического института, учрежденного еще Николаем I. В связи с углублением теоретического образования Харьковскому технологическому институту в 1898 году было присвоено имя императора Александра III. Студенческие волнения 1902 года, вызванные неурожайными годами, привели к приостановлению учебного процесса, освобождению ректора училища. С появлением свободного от занятий времени Н.А. Васильевым создаются основополагающие научно-методические труды.

Например, в Общем курсе механической технологии волокнистых веществ [6] дано описание "сырым материалам" растительного происхождения – хлопку, льну, пеньке, джуту, рами, новозеландскому льну, алоэ (пеньке Доминго), манильской пеньке и кокосовой пальме. Волокна "животного мира" представлены шерстью овец разных пород, шелком. Волокна "минерального мира" – асбест (горный лен) и металлы. Глава I посвящена свойствам волокон – их виду, строению, химическому составу, удельному весу, длине, тонине, крепости, эластичности, гибкости, цепкости, цвету, блеску, гигроскопичности, действию тепла и электричества, отношению к химическим реактивам. В главе II рассмотрены вопросы подбора рабочих сортировок хлопка, льна, шерсти, а также меланж. Глава III посвящена разделению техники прядения на отдельные процессы: трепан-

ние, расщипывание на "волчке", автоматическое питание, регулятор Лорда, разрыхление. В главе IV подробно рассмотрены вопросы кардочесания хлопка, шерсти и льна на валичных и шляпочных чесальных машинах. В главе V описываются процессы сложения и вытягивания лентами. Глава VI целиком посвящена гребнечесанию волокон. А в главе VII рассмотрены предварительное прядение шерсти, хлопка и льна на ровничных машинах – банкаброшах. Описание тонкого прядения шерстяной пряжи на сельфакторе, льна, хлопка, а также камвольной и суконной шерсти на ватерах приведено в главе VIII. В ней также дано сравнение сельфактора и ватера. Рассмотрена крутка пряжи. Глава IX посвящена процессам трощения и кручения пряжи. В главе X рассматривается процесс размотки пряжи. В главе XI приведены примеры планов прядения для различных сортов пряжи.

Лекции по механической технологии волокнистых веществ, бумагопрядильное производство, отдел I, приготовительный [7], читанные в 1901-1902 гг., литографированы с разрешения директора Харьковского технологического института Д.Н. Зернова. В них также приведен раздел введения с описанием метрической, французской, английской, русской нумерацией текстильных материалов. В главе I приводится описание хлопка, культуры хлопчатника и дана его классификация. Глава II посвящена фабричной сортировке и смешиванию хлопка. Глава III под названием "Трепание" отражает главную цель процесса, в ней рассмотрены различные способы трепания, а также описывается классификация различных примесей хлопка. В главе отмечено значение размеров колосниковой решетки, формы колосников и расстояния между ними. Дано описание трепальной машины Крейтона, перегонной трепальной машины, "экспресс-кард" Рислера, "концевой" машины, или угарного питателя. Глава IV посвящена изучению основных целей и задач процесса кардочесания и обеспечению условий для эффективной реализации этого технологического перехода. Условия взаимодействия кардочесальных гарнитур, рассмотренные Н. А. Васильевым, положили

основы для развития теории кардочесания отечественной научной школы проф. Ворошилова В. А. В разделе приведен кинематический расчет заправочных параметров шляпочной чесальной машины для хлопка. В главе V курса лекций рассмотрены процессы сложения и вытягивания, дано общее понятие об этих технологических процессах. Н.А. Васильев пишет, что "...основания сложения покоятся на опыте, так как опытом обнаружено, что сложением достигается большая равномерность в ленте". Излагая основы теории сложения, автор через математические выражения установил, что "...степень неравномерности ленты, получающейся от сложения нескольких лент, меньше средней арифметической степеней неравномерности слагаемых лент". Таким образом, выведена формула для определения высшего предела для степени неравномерности ленты, получаемой при сложении. Далее Н.А. Васильев рассматривает теоретические основы процесса вытягивания – упругую вытяжку, влияние разводов на образование пересечек и параллелизацию волокон, условий образования поля сил трения. Разводка увеличивается с увеличением диаметра валика или цилиндра, с увеличением нагрузки на валик, увеличением длины волокна и увеличением линейной плотности продукта. Глава VI посвящена изучению вопросов гребнечесания и условий подготовки чесальной ленты к процессу гребнечесания на машинах систем Гюбнера и Гайльмана, а также рассмотрена теория *Gegauff* – изобретателя "новой" гребнечесальной машины. В главе VII рассмотрены вопросы теории предварительного прядения, намотки ровницы на катушку, условия сматывания ровницы с катушек на тонких ровничных машинах. Дано описание работы устройства замка ровничной каретки, теория и принцип работы дифференциальных механизмов различных конструкций. Приведена теория процесса намотки ровницы на банкаброшах.

С получением приглашения Попечительского совета Комиссаровского технического училища и переходом профессора С.А. Федорова на должность его директора в 1906 г. Н.А. Васильев возвращается в Им-

ператорское московское высшее техническое училище, где и работает преподавателем текстильных технологий до конца своих дней (1918 г.). В 1913 г. Н.А. Васильеву присваивается звание профессора кафедры механической технологии волокнистых веществ. На мой вопрос, заданный профессору А.Г. Севостьянову, 21 год заведовавшему кафедрой механической технологии волокнистых материалов Московского текстильного института имени А.Н. Косыгина, – где покоится Н.А. Васильев? Он мне ответил, что Николай Алексеевич погиб в водах Черного моря.

К 60-летию юбилею Николая Алексеевича его ученики – инженеры Н. Власов, В. Казутин, А. Брюхин, под руководством профессора Н.Я. Канарского, подготовили сборник статей профессора, инженера-механика Н.А. Васильева "Вопросы теории прядения" (опыт применения методов математического анализа к технологическим процессам прядения) [8]. Описание содержания работ приведено в библиографическом списке.

Библиографический список

1. Васильев Н. А. Механическая технология волокнистых веществ. Бумагопрядильное производство. Отдел 1. Приготовительный. – Харьков: Электрическая типолитография С. А. Шмерковича, Харьковский техн. ин-т Императора Александра III, 1903.
2. Васильев Н. А. Приложение теории вероятностей к процессу сложения в прядильном производстве // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 4, 1902.
3. Васильев Н. А. Натяжение и фигура нити на ватер-машине // "Бюллетень Московского Политехнического общества". № 7. – М., 1906.
4. Васильев Н. А., Федоров С. А. Пособие по проектированию хлопкопрядильных и ткацких фабрик. Литография, 1907.
5. Васильев Н. А. Сельфактор для пушистой пряжи // "Вестник мануфактурной промышленности". – М., 1907.

6. Васильев Н. А. Сельфактор для гладкой пряжи. // "Вестник мануфактурной промышленности". – М., 1912.

7. Васильев Н. А. Крутка, сообщаемая прядильными машинами. // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", №8, 1912.

8. Васильев Н. А. Мотальный эксцентрик прядильного кольцевого ватера // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 8, 1912.

9. Васильев Н. А. Механизм для выравнивания веса ленты // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 7, 1914 (1912).

10. Васильев Н. А. О причинах неровноты пряжи // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 7, 1914 (1912).

11. Васильев Н. А. Сравнение результатов испытания продукта на крепость при различной длине разрываемого образца // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 8, 1914 (1912).

12. Васильев Н. А. Об определении влаги в волокнистом материале, занимающем большой объем // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 8, 1914.

13. Васильев Н. А. Планы прядения // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 11, 1914.

14. Васильев Н. А. Самовес // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 8, 1915.

15. Васильев Н. А. О выравнивании веса продукта кард-машиной // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 12, 1915 (1912).

16. Васильев Н. А. Процесс вытягивания в механическом прядении // "Известия общества для содействия улучшению и раз-

витию мануфактурной промышленности". 1915. № 2-5.

17. Васильев Н. А. О педальном регуляторе для трепальных машин // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 1, 1916.

18. Васильев Н. А. Системы механического прядения в связи с классификацией пряжи по ее конструкции // "Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности", № 8, 1916.

19. Васильев Н. А. О движении нити на ватер-машине // "Вестник инженеров". № 1 (IV). – М., 1918.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Канарский Н.Я., Эфрос Б.Е., Будников В.И.* Русские люди в развитии текстильной науки. Под общей редакцией проф. Н.Я. Канарского. – М.: Государственное научно-техническое издательство легкой промышленности, 1950.

2. *Севостьянов А.Г.* Н. А. Васильев – основатель теоретических исследований процессов прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996, № 4. С. 117...118.

3. *Жуковский Н.Е.* Геометрическая интерпретация разсмотрѣннаго С.В. Ковалевскою случая движения тяжелаго твердаго тѣла около неподвижной точки. Издание Московского Математического Общества, состоящего при Императорском Московском Университете. Математический сборник. Т. XIX. – М.: Университетская типография, 1896.

4. *Васильев Н.А.* Натяжение и фигура нити на ватер-машине // Бюллетень Московского Политехнического общества. –1906, № 7.

5. *Варенцов Н.А.* Слышанное. Увиденное. Передуманное. Пережитое // Серия "Россия в мемуарах". – М.: ТОО "Новое литературное обозрение", 1997.

6. *Васильев Н.А.* Механическая Технология волокнистых веществ. Общій курсъ читанный студентам Харьковскаго Технологическаго Института Императора Александра III. Преподавателем Н. А. Васильевым. – Харьков: Электрическая Типо-Литография С. А. Шмерковича, Московская, 15, 1902.

7. *Васильев Н.А.* Механическая технология Волокнистыхъ веществъ. Бумагопрядильное производство. Отдѣлъ I. Приготовительный. Лекціи читанныя въ 1901-92 г. Н. А. Васильевымъ. - Харьков: Электрическая Типо-Литография С. А. Шмерковича, Харьковскій Технологическій Институтъ Императора Александра III, 1902.

8. *Васильев Н.А.* Вопросы теории прядения (опыт применения методов математического анализа к технологическим процессам прядения) // Сбор-

ник статей под редакцией бригады инженеров Н. Власова, В. Казутина и А. Брюхина / Под общей редакцией проф. Н. Канарского. – М.- Л.: Государственное издательство легкой промышленности. 1932, сентябрь.

REFERENCES

1. Kanarskiy N.Ya., Efros B.E., Budnikov V.I. Russkie lyudi v razvitiit tekstil'noy nauki. Pod obshchey redaktsiyei prof. N.Ya. Kanarskogo. – М.: Gosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo legkoy promyshlennosti, 1950.

2. Sevost'yanov A.G. N. A. Vasil'ev – osnovatel' teoreticheskikh issledovaniy protsessov pryadeniya. // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 1996, № 4. S. 117...118.

3. Zhukovskiy N.E. Geometricheskaya interpretatsiya razsmotrënnago S.V. Kovalevskoyu sluchaya dvizheniya tyazhelago tverdogo tëla okolo nepodvizhnoy tochki. Izdanie Moskovskogo Matematicheskogo Obshchestva, sostoyashchego pri Imperatorskom Moskovskom Universitete. Matematicheskii sbornik. T. XIX. – М.: Universitetskaya tipografiya, 1896.

4. Vasil'ev N.A. Natyazhenie i figura niti na vater-mashine // Byulleten' Moskovskogo Politekhnicheskogo obshchestva. –1906, № 7.

5. Varentsov N.A. Slyshannoe. Uvidennoe. Peredumannoe. Perezhitoe. // Seriya "Rossiya v memuarakh". – М.: TOO "Novoe literaturnoe obozrenie", 1997.

6. Vasil'ev N.A. Mekhanicheskaya Tekhnologiya voloknistykh veshchestv. Obshchiy kurs" chitannyy studentam Khar'kovskogo Tekhnologicheskogo Instituta Imperatora Aleksandra III. Prepodavatelem N. A. Vasil'evym. – Khar'kov": Elektricheskaya Tipo-Litografiya S. A. Shmerkovicha, Moskovskaya, 15, 1902.

7. Vasil'ev N.A. Mekhanicheskaya tekhnologiya Voloknistykh" veshchestv". Bumagopryadil'noe proizvodstvo. Otdël" I. Prigotovitel'nyy. Lektsii chitannyya v" 1901-92 g. N. A. Vasil'evym. – Khar'kov: Elektricheskaya Tipo-Litografiya S. A. Shmerkovicha, Khar'kovskiy Tekhnologicheskii Institut" Imperatora Aleksandra III, 1902.

8. Vasil'ev N.A. Voprosy teorii pryadeniya (opyt primeneniya metodov matematicheskogo analiza k tekhnologicheskim protsessam pryadeniya) // Sbornik statey pod redaktsiyei brigady inzhenerov N. Vlasova, V. Kazutina i A. Bryukhina / Pod obshchey redaktsiyei prof. N. Kanarskogo. – М.-Л.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo legkoy promyshlennosti. 1932, sentyabr'.

Поступила 02.06.21.

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика управления и организация производства

<i>Дмитриев Ю.А., Петрухин А.Б., Полянская О.А., Васильева Л.П.</i> Нормативно-правовое обеспечение энергосервиса для предприятий текстильной промышленности	5
<i>Савельев И.И., Нефедова К.А.</i> Текстильная промышленность в условиях пандемии: опыт мировых стран и перспективы развития в России	9
<i>Зернова Л.Е., Ильина С.И., Иващенко Н.С., Першукова С.А., Оленева О.С.</i> Определение зон экономической безопасности инвестиций и поиск верхних пределов затрат на техническое перевооружение нетканых производств, имеющих мобильный ассортимент	15
<i>Юнусов М.Б., Есиркепова А.М., Тулеметова А.С., Митрошенко Т.С., Сариева Ж.А.</i> Механизмы развития легкой промышленности Республики Казахстан в условиях пандемии	21
<i>Мырхалыков Ж.У., Есиркепова А.М., Камалов А.А., Хан И.Ю., Тымбаева Ж.М.</i> Проблемы и перспективы текстильной отрасли Республики Казахстан с позиции международной экономики	25
<i>Ахметова Г.Ж., Бердикулов М.А., Полежаева И.С., Агабекова Г.Н., Есиркепова А.М.</i> Мировой рынок спецодежды и перспективы его развития в условиях пандемии	30
<i>Ерлыгина Е.Г., Ордов К.В.</i> Управление рисками на предприятиях текстильной промышленности ..	35
<i>Штебнер С.В., Чубрина К.А.</i> Основные направления повышения производительности труда на предприятиях текстильной промышленности	38
<i>Родионова Н.В., Савельев И.И., Минеев В.И.</i> Стратегия реструктуризации и развития ассортимента конкурентоспособной льняной продукции	41
<i>Ловкова Е.С., Елисеева Е.Н.</i> Инновационная активность малых предприятий текстильной промышленности и перспективы их роста	46

Материаловедение

<i>Богданов В.Ф., Ширишова Е.Е., Колесник С.А., Бринк И.Ю.</i> Разработка методики расчета толщины пакета спального мешка при заданных условиях эксплуатации	51
<i>Смирнова Н.А., Замышляева В.В., Лапшин В.В., Грузинцева Н.А.</i> Инновационный метод оценки технологичности льняных тканей	56
<i>Маринкина М.А., Зимина М.В., Чагина Л.Л., Богатырева М.С., Смирнова Н.А., Проталинский С.Е.</i> Разработка метода и устройства для определения давления компрессионных трикотажных изделий на тело человека	60
<i>Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н., Коннов С.В.</i> Разработка методики оценки деформации нетканых материалов в условиях циклического сжатия	67
<i>Кузнецов О.Ю., Шутова Т.А., Старшова А.В., Наваррская И.А., Головлев М.Г.</i> Методика оценки антимикробного действия волокнистых материалов при скрининговых исследованиях	71
<i>Черунова И.В., Сирота Е.Н., Ташпулатов С.Ш., Махмудова Г.И., Зуфарова З.У., Черунов П.В., Сабирова З.А.</i> Исследование влияния пористости на теплопроводность однослойных вспененных материалов типа "Неопрен"	75

Первичная обработка. Прядение

<i>Юлдашев А.Т., Матисмаилов С.Л., Гафуров К.Г., Плеханов А.Ф., Першукова С.А., Кузякова С.В.</i> Исследование крученой пряжи при изготовлении стренг разными способами прядения	81
<i>Худайбердиева Д.Б., Буриев З.Т., Дармонов М.М., Ахмедова М.Ш., Мамаджанова С.А.</i> Комплексная оценка физико-механических свойств хлопкошелковых смесовых пряд из новых сортов хлопкового волокна	85

Технология текстильных изделий

<i>Самойлова Т.А., Севостьянов П.А., Юхин С.С.</i> Конечномерная динамическая модель формирования элемента ткани	91
--	----

Химия и технология отделки и модификации

- Сайдалиева Н.З., Худайбердиева Д.Б., Мирзатуллаева М.Х., Шин И.Г.* Комплексные исследования физико-механических свойств хлопчатобумажной ткани в процессе ее заключительной отделки 96

Швейное производство

- Алибекова М.И., Белгородский В.С., Андреева Е.Г.* Инновационные технологии в эскизном и художественном проектировании объемных форм костюма 102
- Жукова И.В., Кузьмичев В.Е.* Проектирование твердотельных цифровых двойников типовых российских фигур для оценки качества виртуальной одежды 106
- Мокеева Н.С., Талгатбекова А.Ж., Абенова И.Р.* Проектирование конструкции женской одежды с использованием математической модели 113

Текстильные машины и агрегаты

- Григорьев В.А., Хейло С.В.* Механические цепи в динамических расчетах шарнирно-стержневого механизма ремизного движения ткацких машин 117

Автоматизация и информационные технологии

- Волков В.В., Семенов А.Д., Пакулова Н.К.* Применение сингулярного спектрального анализа для исследования неровноты текстильных продуктов 122
- Орлов А.В., Пашин Е.Л.* Совершенствование способа идентификации группы цвета льняных волокон по принципу сравнения с эталонными образцами 126

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

- Хуррамов М.Г., Хуррамова Д.М., Хуррамова С.М., Шойназаров Р.М.* Энергосберегающее устройство для выделения волокнистых и грубодисперсных примесей из технологических стоков красильно-отделочного производства 132
- Гринченко Б.Б., Кузнецов А.В., Баканов М.О., Тараканов Д.В.* Многофакторный мониторинг динамики пожара на текстильных предприятиях 135
- Ерофеев В.Т., Аль Дулайми С.Д.С., Дергунова А.В.* Повышение долговечности и экологичности зданий и сооружений текстильной промышленности путем применения материалов, модифицированных микробиологической добавкой 141
- Фазуллин Р.Х., Халитов Р.А., Хузиахметов Р.Х., Фазуллина А.А., Сафин Р.Г.* Анализ способов утилизации отработанных кислот производства нитратов целлюлозы 147
- Линьков Н.В.* К вопросу о методике определения прочностных характеристик клеевых соединений деревянных конструкций 153
- Тамразян А.Г., Минеев М.С.* К возникновению трещин в модели толстостенного бетонного цилиндра при коррозии с учетом пористой зоны на границе раздела арматуры и бетона 159

Техническая эстетика и дизайн

- Бесчастнов Н.П., Дембицкая А.С., Рыбаулина И.В.* Агиттекстиль студентов: опыт производственных практик 1920-1930-х годов 166
- Белько Т.В., Курбатова М.А.* Дизайн одежды на основе технологии 3D-печати (FDM) 170

Механика нити и полотен

- Переборова Н.В., Макаров А.Г., Егорова М.А., Егоров И.М.* Разработка методов компьютерного прогнозирования деформационно-эксплуатационных процессов технического текстиля 176

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

- Мишууров С.С., Романова К.Е., Зайцева И.А.* Анализ культурно-исторических предпосылок закрепления в хозяйственной модели Ивановского края текстильной специализации 182
- Исмадияров Я., Набиулина Л., Матназарова М., Муллахметов Р., Сулейменова У., Сатымбекова А.* Многокомпонентная структурно-логическая модель инновационного управления в высшем образовании и механизмы его реализации 187
- Блиничева В.А., Ванькович С.М.* Репрезентация дома Cartier через призму современного искусства: от архитектуры до дизайна костюма 195
- Плеханов А.Ф.* К 150-летию юбилею со дня рождения основателя теории текстильных технологий Н.А. Васильева 200

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Dmitriev Yu.A., Petrukhin A.B., Polyanskaya O.A., Vasilieva L.P.</i> Legal Support of Energy Service for Enterprises of the Textile Industry	5
<i>Savelev I.I., Nefedova K.A.</i> The Textile Industry in the Context of a Pandemic: Experience of World Countries and Prospects for Development in Russia	9
<i>Zernova L.E., Ilina S.I., Ivaschenko N.S., Pershukova S.A., Oleneva O.S.</i> Definition of Zones of Economic Safety of Investments and Search of the Upper Limits of Expenses for Technical Re-Equipment of Non-Woven Productions Having the Mobile Range	15
<i>Yunussov M.B., Yessirkepova A.M., Tulemetova A.S., Mitroshenko T.S., Sarieva Zh.A.</i> Mechanisms of Development of Light Industry of the Republic of Kazakhstan in the Context of the Pandemic	21
<i>Myrkhalykov Zh.U., Yessirkepova A.M., Kamalov A.A., Khan I.Yu., Tymbayeva Zh.M.</i> Problems and Prospects of the Textile Industry of the Republic of Kazakhstan from the Position of the International Economy	25
<i>Akhmetova G.Zh., Berdikulov M.A., Polezhaeva I.S., Agabekova G.N., Yessirkepova A.M.</i> Global Clothing Market and Prospects for Development in Pandemic Conditions	30
<i>Erlygina E.G., Ordov K.V.</i> Risk Management in the Textile Industry	35
<i>Shtebner S.V., Chubrina K.A.</i> Main Directions of Increasing Labor Productivity in the Textile Industry ...	38
<i>Rodionova N.V., Savelyev I.I., Mineev V.I.</i> Strategy for Restructuring and Developing the Range of Competitive Linen Products	41
<i>Lovkova E.S., Eliseeva E.N.</i> Innovative Activity of Small Enterprises of the Textile Industry and their Growth Prospects	46

Materials

<i>Bogdanov V.F., Shirshova E.E., Kolesnik S.A., Brink I.Yu.</i> Development of a Method for Calculating the Thickness of a Sleeping Bag Package Under Specified Operating Conditions	51
<i>Smirnova N.A., Zamyshlyeva V.V., Lapshin V.V., Gruzintseva N.A.</i> An Innovative Method for Assessing Technological Effectiveness Linen Fabrics	56
<i>Marinkina M.A., Zimina M.V., Chagina L.L., Bogatyryova M.S., Smirnova N.A., Protalinsky S.E.</i> Development of a Method and Device for Determining the Pressure of Compression Knitwear on the Human Body	60
<i>Deryabina A.I., Lisenkova L.N., Konnov S.V.</i> Development of Method of Deformation of Bulk Non-Woven Materials under Cyclic Compression Conditions	67
<i>Kuznetsov O.Yu., Shutova T.A., Starshova A.V., Navarrskaya I.A., Golovlyev M.G.</i> Method for Evaluating the Antimicrobial Effect of Fibrous Materials in Screening Studies	71
<i>Cherunova I.V., Sirota E.N., Tashpulatov S.Sh., Makhmudova G.I., Zufarova Z.U., Cherunov P.V., Sabirova Z.A.</i> Research of the Influence of Porosity on Thermal Conductivity of Single-Layer Foamed Materials of the "Neoprene" Type	75

Preliminary Treatment. Spinning

<i>Yuldashev A.T., Matismailov S.L., Gafurov K.G., Plekhanov A.F., Pershukova S.A., Kuzyakova S.V.</i> Research of Twisted Yarn when Producing Strings by Different Spinning Methods	81
<i>Khudayberdieva D.B., Buriev Z.T., Darmonov M.M., Akhmedova M.Sh., Mamadjanova S.A.</i> Comprehensive Assessment of the Physical and Mechanical Properties of Cotton-Silk Blends from New Varieties of Cotton Fiber	85

Technology of Textile Products

<i>Samoilova T.A., Sevostyanov P.A., Yukhin S.S.</i> Finite-Dimensional Dynamic Model of the Formation of a Fabric Element.....	91
---	----

Chemistry and Technology of Finishing and Modification

<i>Saydalieva N.Z., Khudayberdieva D.B., Mirzatullaeva M.K., Shin I.G.</i> Integrated Researches of the Physical and Mechanical Properties of Cotton Fabric During its Final Finishing	96
--	----

Sewing

<i>Alibekova M.I., Belgorodskij V.S., Andreeva E.G.</i> Innovative Technologies in Sketch and Artistic Design of Voluminous Costume Forms	102
<i>Zhukova I.V., Kuzmichev V.E.</i> Design of Solid Digital Twins of Typical Russian Bodies Improving Assessment of Virtual Clothing Quality	106

<i>Mokeyeva N.C., Talgatbekova A.Zh., Abenova I.R.</i> Designing the Construction of Women's Clothing Using a Mathematical Model	113
--	-----

Textile Machines and Aggregates

<i>Grigoriev V.A., Kheylo S.V.</i> The Mechanical Chains for Dynamic Estimation of Joint-Rod Heald Motion Mechanisms of Weaving Machines	117
--	-----

Automation and Information Technologies

<i>Volkov V.V., Semenov A.D., Pakulova N.K.</i> Application of Singular Spectral Analysis to Study the Unevenness of Textile Products	122
<i>Orlov A.V., Pashin E.L.</i> Improvement of Method of Identification of Linen Fibres Colour Group on Principle of Comparison with Reference Samples	126

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Khurramov M.G., Khurramova D.M., Khurramova S.M., Shoynazarov R.M.</i> The Energy Saving Device for Allocation Fibrous and Roughly of Impurities from Technological Drains of Coloured-Finishing Manufacture	132
<i>Grinchenko B.B., Kuznetsov A.V., Bakanov M.O., Tarakanov D.V.</i> Multi-Factor Monitoring of Fire Dynamics in Textile Enterprises.....	135
<i>Erofeev V.T., Al Dulaimi S.D.S., Dergunova A.V.</i> Improving the Durability and Environmental Friendliness of Buildings and Structures in the Textile Industry by Using Materials Modified with a Microbiological Additive	141
<i>Fazullin R.Kh., Khalitov R.A., Khuziakhmetov R.Kh., Fazullina A.A., Safin R.G.</i> Analyzing the Methods of Disposing Spent Acids Obtained in Producing Cellulose Nitrates	147
<i>Linkov N.V.</i> To the Question of the Method for Determining the Strength Characteristics of Adhesive Joints of Wooden Structures	153
<i>Tamrazyan A.G., Mineev M.S.</i> Cracks in the Model of a Thick-Walled Concrete Cylinder During Corrosion Taking into Account the Porous Zone at the Section Boundary between Reinforcement and Concrete	159

Technical Aesthetics and Design

<i>Beschastnov N.P., Dembitskaya A.S., Rybaulina I.V.</i> Agittextiles of Students: Experience of Production Practices of the 1920-1930s	166
<i>Belko T.V., Kurbatova M.A.</i> Clothing Design Based on 3D-Printing Technology (FDM)	170

Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Pereborova N.V., Makarov A.G., Egorova M.A., Egorov I.M.</i> Development of Methods for Computer Forecasting Deformation and Operational Processes of Technical Textiles	176
---	-----

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Mishurov S.S., Romanova K.E., Zaitseva I.A.</i> Analysis of Cultural and Historical Prerequisites for the Consolidation of Textile Specialization in the Economic Model of the Ivanovo Region	182
<i>Ismadiyarov Y., Nabiulina L., Matnazarova M., Mullahmetov R., Suleimenova U., Satimbekova A.</i> Multi-component Structural and Logical Model of Innovative Management in Higher Education and the Mechanisms for its Implementation	187
<i>Blinicheva V.A., Vankovich S.M.</i> Representation of the Cartier House through the Prism of Modern Art: from Architecture to Costume Design	195
<i>Plekhanov A.F.</i> To the 150th Anniversary from Birth of Founder of the Theory of Textile Technology N.A. Vasiliev	200